

# Problemas de genética **NO** mendeliana

## ÍNDICE de CONTENIDOS

1. Problemas de herencia intermedia
2. Problemas de codominancia
3. Problemas alelismo múltiple
4. Problemas influidas y ligadas al sexo



José Manuel Huertas Suárez

## CRITERIOS de EVALUACIÓN

B.3.10. Formular los principios de la genética mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas y establecer la relación entre las proporciones de la descendencia y la información genética.

### Fenotipo

"Lo que vemos del individuo"

### Genotipo

"Lo que dice los genes"

### Alelo

"Alternativas o variaciones de un gen"

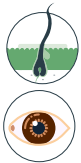
### Cuadro de Punnett

"Representación visual de la fecundación de un cruce entre individuos"

## Rasgos de un individuo

### Rasgos morfológicos

(Aspecto físicos externos o internos= Fenotipo)



Tengo el pelo negro y los ojos marrones de mi **padre**

Tengo el pelo rubio y ojos azules de mi **madre**



### Rasgos conductuales

(Comportamiento)



Yo tengo el carácter alegre de mi **madre**

Yo tengo el carácter agresivo de mi **padre**

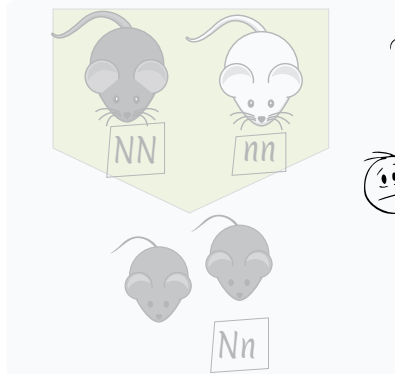


# 1 Herencia intermedia

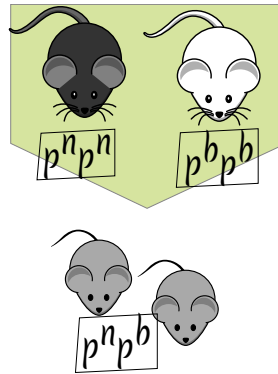
La **dominancia intermedia** ocurre cuando el estado heterocigoto no hay gen recesivo ni dominante, pues, ambas informaciones genéticas se mezclan y se expresan "

## Esquema de herencia dominante, intermedia y codominancia

### Herencia dominante



### Herencia intermedia



### Herencia codominante



## Genética **Sí** Mendeliana

La genética mendeliana sí cumplen las tres premisas:

- ☒ 1) Hay dos alelos posibles para un mismo fenotipo.
- ☒ 2) Hay dominancia de alelos,
- ☒ 3) Cumple las proporciones mendelianas
  - a) 1:1 en la 1ª Ley
  - b) 3:1 en la 2ª Ley
  - c) 9:3:3:1 en la 3ª Ley

vs.

## Genética **No** Mendeliana

La genética mendeliana no cumplen alguna o las tres premisas:

- ☒ 1) Hay dos alelos posibles para un mismo fenotipo.
- ☒ 2) Hay dominancia de alelos
- ☒ 3) Cumple las proporciones mendelianas
  - a) 1:1 en la 1ª Ley
  - b) 3:1 en la 2ª Ley
  - c) 9:3:3:1 en la 3ª Ley

?

Carácter

## HERENCIA INTERMEDIA

En los casos de herencia intermedia aparece un nuevo fenotipo cuando el individuo es heterocigótico.

En la leyenda vamos a designar los alelos mediante **dos letras**:

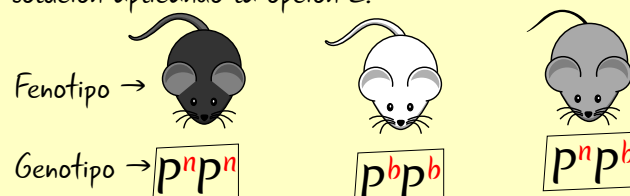
- **una letra**, siempre en mayúscula, para designar el **carácter** y
- la **otra letra**, siempre en minúscula, como **subíndice** (por debajo de la línea de escritura normal) o **supraíndice** (por encima de la línea de escritura normal) para el **adjetivo calificativo** de ese carácter. Así que tenemos dos opciones, nosotros hemos elegido la opción 2.

### Opción # 1

Leyenda:

Pelo negro =  $P_n$   
 Pelo blanco =  $P_b$   
 Pelo gris =  $P_n P_b$

Solución aplicando la opción 2.



### Opción # 2

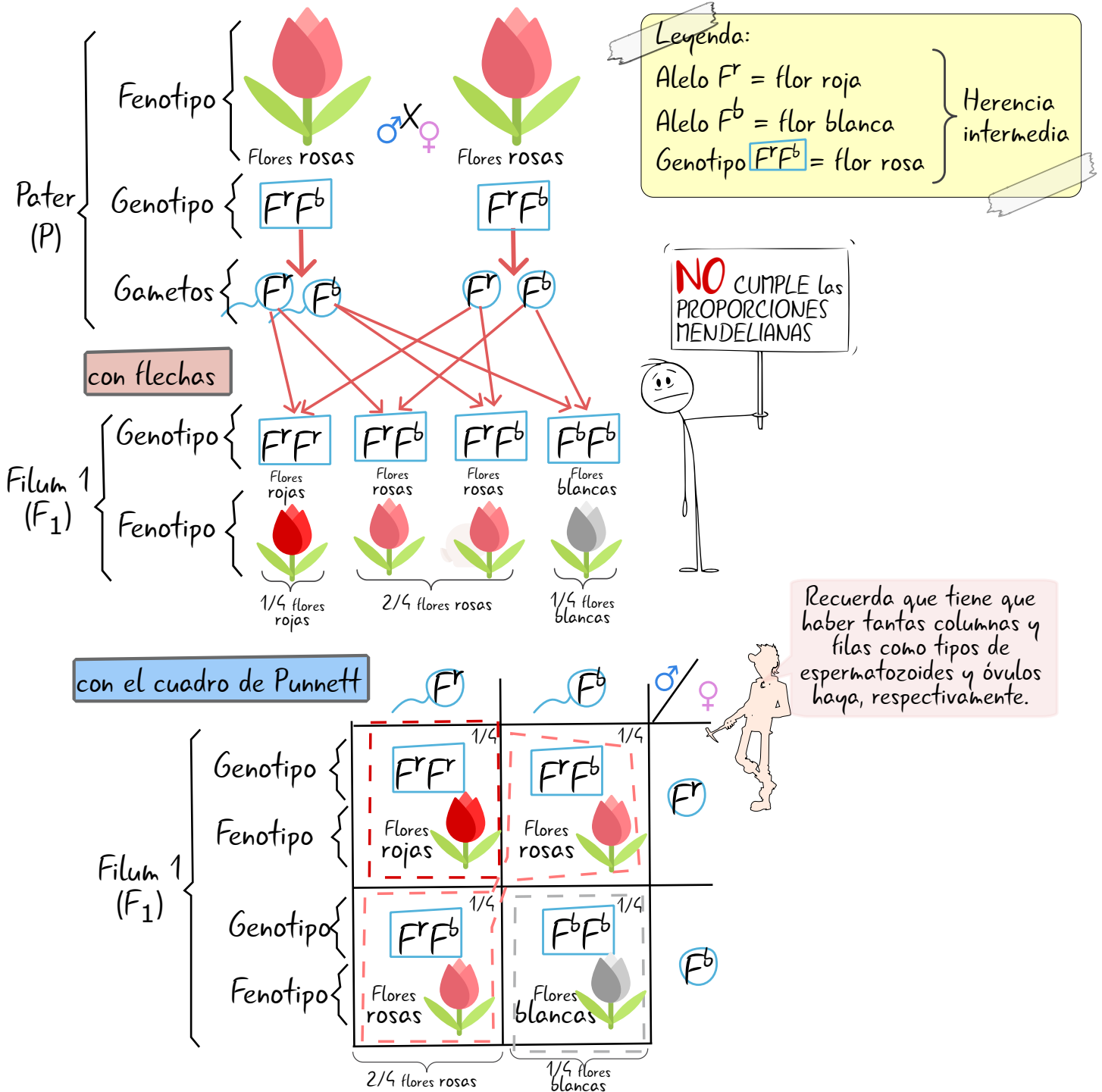
Leyenda:

Pelo negro =  $p^n$   
 Pelo blanco =  $p^b$   
 Pelo gris =  $p^n p^b$

Adjetivo

## 1.1 Problemas de genética intermedia

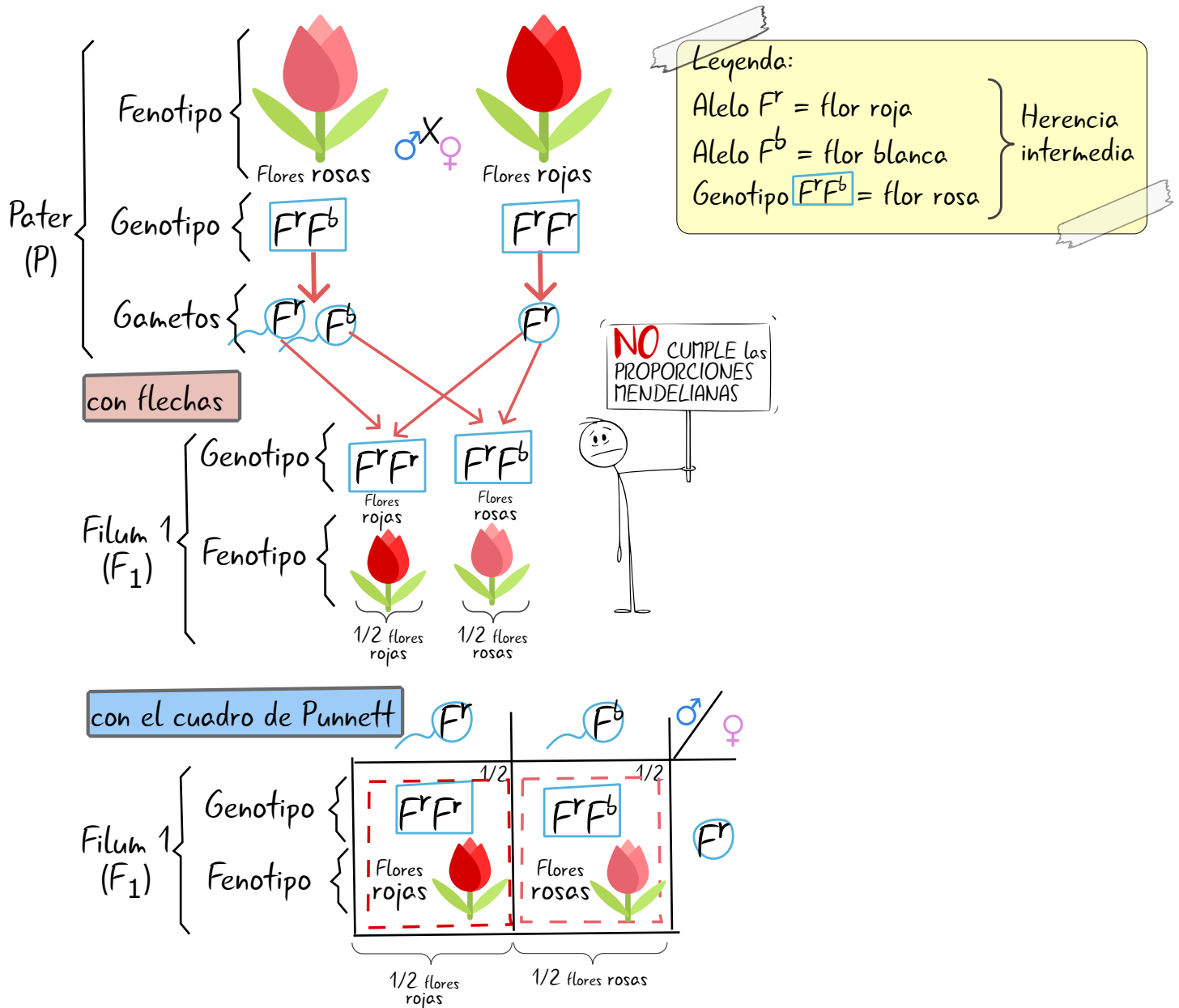
1 En una especie de plantas, las flores pueden ser de color rojo, blanco o rosa. Se sabe que este carácter está determinado por dos alelos, rojo ( $F^r$ ) y blanco ( $F^b$ ), con **herencia intermedia**. ¿Cómo podrán ser los descendientes del cruce entre plantas de flores rosas?



Solución: El 50 % (2/4) de los individuos de la primera generación filial,  $F_1$ , son de color rosas; mientras que, el otro 25 % son flores rojas y el otro 25 % tiene las flores blancas.

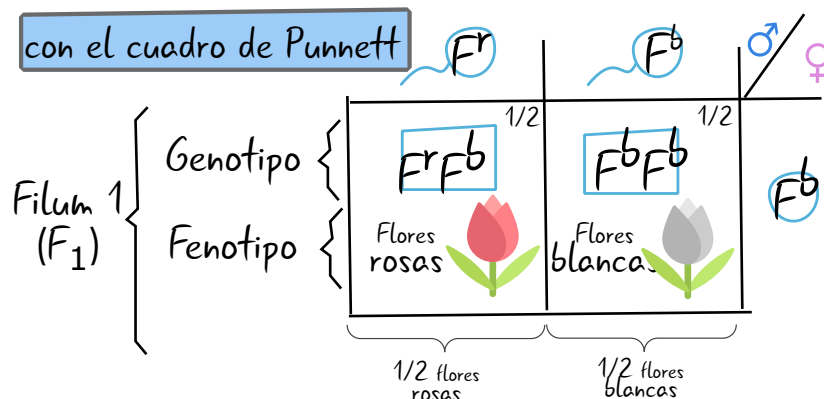
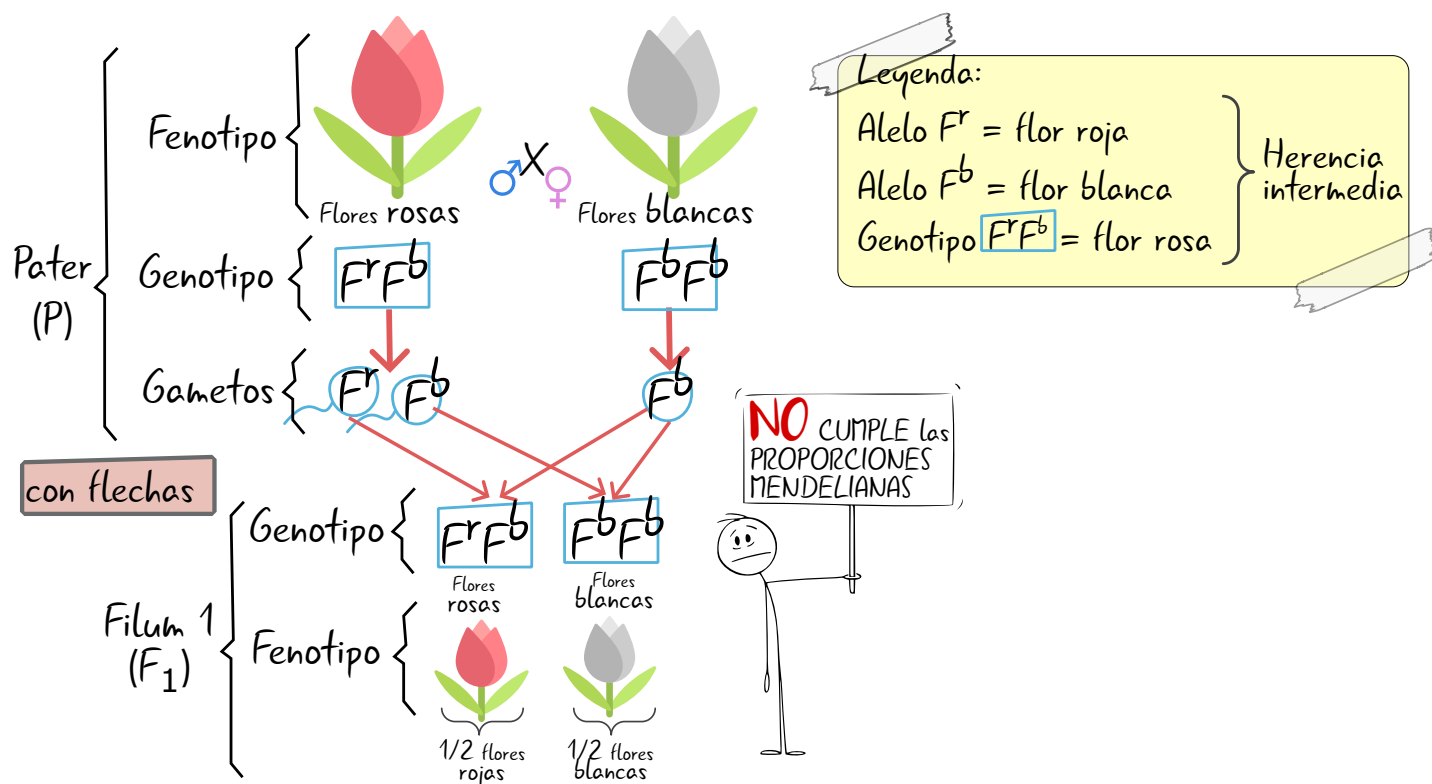


2 En una especie de plantas, las flores pueden ser de color rojo, blanco o rosa. Se sabe que este carácter está determinado por dos alelos, rojo y blanco, con herencia intermedia. ¿Cómo podrán ser los descendientes del cruce entre plantas de flores rosas y plantas de flores rojas?



Solución: El 50 % (1/2) de los individuos de la primera generación filial, F<sub>1</sub>, son iguales entre sí y de color rojo; mientras que, el otro 50 % de las flores son rosas.

**3** En una especie de plantas, las flores pueden ser de color rojo, blanco o rosa. Se sabe que este carácter está determinado por dos alelos, rojo y blanco, con herencia intermedia. ¿Cómo podrán ser los descendientes del cruce entre plantas de flores rosas y plantas de flores blancas?



**Solución:** El 50 % (1/2) de los individuos de la primera generación filial,  $F_1$ , son iguales entre sí y de color rosa; mientras que, el otro 50 % de las flores son blancas.



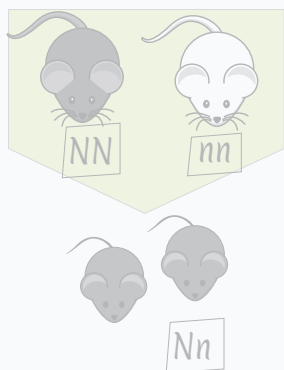


# 2 Herencia codominante

La **dominancia codominante** ocurre cuando hay dos alelos que tienen la misma fuerza, de manera que ninguno domine sobre el otro; por tanto, ambas informaciones genéticas se expresan.

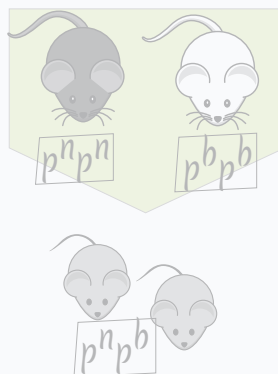
## Esquema de herencia dominante, intermedia y codominancia

### Herencia dominante

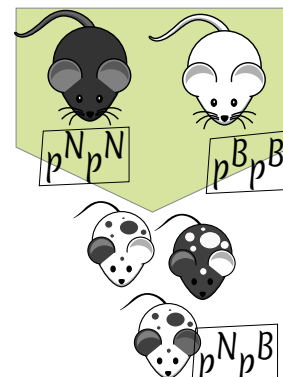


Deseando que llegue "El Puro Latino"

### Herencia intermedia



### Herencia codominante



## Genética **Sí** Mendeliana

La genética mendeliana sí cumplen las tres premisas:

- ✓ 1) Hay dos alelos posibles para un mismo fenotipo.
- ✓ 2) Hay dominancia de alelos,
- ✓ 3) Cumple las proporciones mendelianas
  - a) 1:1 en la 1ª Ley
  - b) 3:1 en la 2ª Ley
  - c) 9:3:3:1 en la 3ª Ley

## Genética **No** Mendeliana

La genética mendeliana no cumplen alguna o las tres premisas:

vs.

- ✓ 1) Hay dos alelos posibles para un mismo fenotipo.
- ✓ 2) Hay dominancia de alelos,
- ✗ 3) Cumple las proporciones mendelianas
  - a) 1:1 en la 1ª Ley
  - b) 3:1 en la 2ª Ley
  - c) 9:3:3:1 en la 3ª Ley

Carácter

## HERENCIA CODOMINANTE

En los casos de herencia codominante aparece los dos fenotipos combinados sin mezclarse cuando el individuo es heterocigótico.

Adjetivo

En la leyenda vamos a designar los alelos mediante **dos letras**:

- **una letra**, siempre en **mayúscula**, para designar el **carácter** y
- la **otra letra**, siempre en **mayúscula**, como **subíndice** (por debajo de la línea de escritura normal) o **supraíndice** (por encima de la línea de escritura normal) para el **adjetivo calificativo** de ese carácter. Así que tenemos dos opciones, nosotros hemos elegido la opción 2.

### Opción # 1

Leyenda:

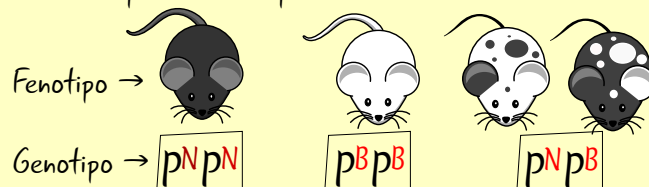
Pelo negro =  $P_N$

Pelo blanco =  $P_B$

$P_N = P_B$

Sabiendo que el pelo de los ratones está regido por la herencia codominante y que el color del pelaje es negro, blanco y moteado es el heterocigótico. Se pide que escriba el genotipo de los individuos de pelo negro, pelo blanco y pelo moteado

Solución aplicando la opción 2.



### Opción # 2

Leyenda:

Pelo negro =  $p^N$

Pelo blanco =  $p^B$

$p^N = p^B$

Carácter

Adjetivo

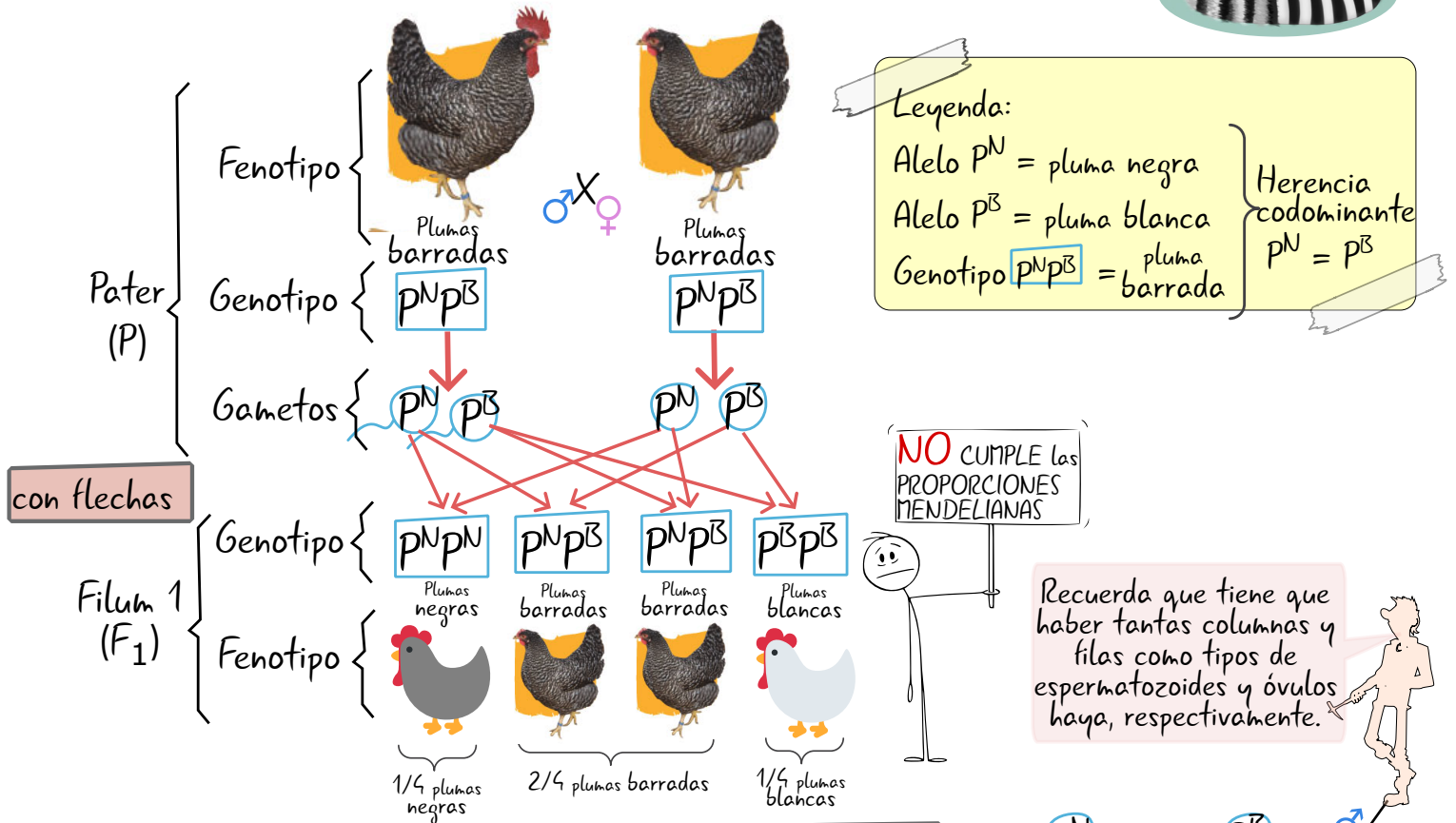


**4** En una determinada raza de gallinas, el alelo  $P^N$  indica color negro, el  $P^B$ , color blanco, ambos codominantes. Cuando aparecen ambos alelos en un individuo,  $P^N P^B$ , el plumaje ave adquiere un color llamado **barrado** (rectángulos blancos y negros alternantes en la pluma). Se pide que:

a) Si se realiza un cruce entre una gallina y un gallo, ambos de color barrado ¿Cuál es el genotipo y fenotipo de los descendientes?



color barrado



con el cuadro de Punnett

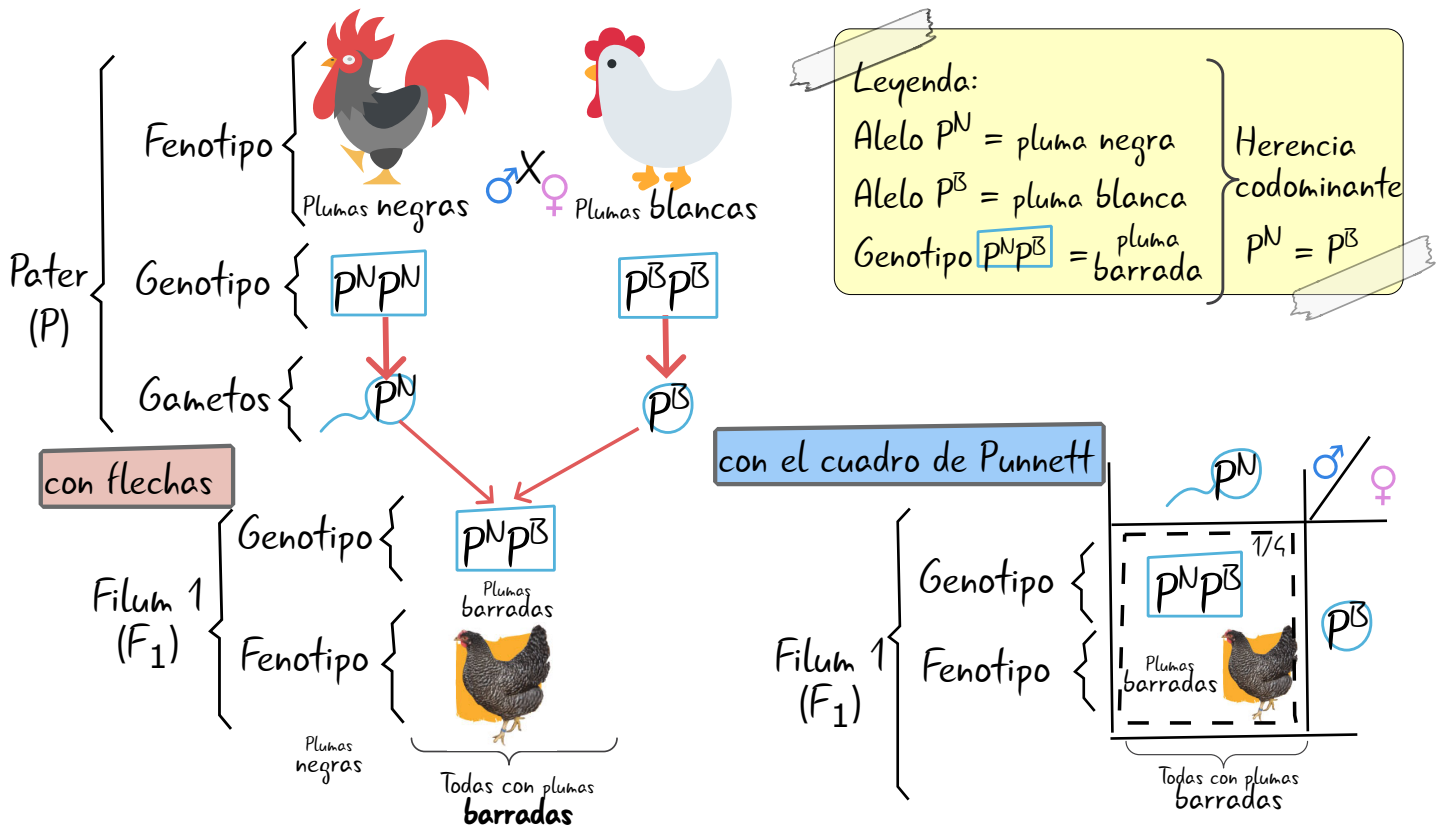
|       | $P^N$                                                   | $P^B$                                                   |       |
|-------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| $P^N$ | Genotipo: $P^N P^N$<br>Fenotipo: Flores rojas<br>1/4    | Genotipo: $P^N P^B$<br>Fenotipo: Plumas barradas<br>1/4 | $P^N$ |
| $P^B$ | Genotipo: $P^N P^B$<br>Fenotipo: Plumas barradas<br>1/4 | Genotipo: $P^B P^B$<br>Fenotipo: Flores blancas<br>1/4  | $P^B$ |
|       | 2/4 flores rosas                                        | 1/4 flores blancas                                      |       |

**Solución:** El 50 % (2/4) de los individuos de la primera generación filial, F<sub>1</sub>, tienen plumas barradas; mientras que, el otro 25 % tienen plumas negras y el otro 25 % tienen las plumas blancas.



**5** En una determinada raza de gallinas, el alelo  $P^N$  indica color negro, el  $P^B$ , color blanco, ambos codominantes. Cuando aparecen ambos alelos en un individuo,  $P^N P^B$ , el plumaje ave adquiere un color llamado **barrado** (rectángulos blancos y negros alternantes en la pluma). Se pide que:

a) Si se realiza un cruce entre un gallo negro y una gallina blanca  
¿Cuál es el genotipo y fenotipo de los descendientes?



**Solución:** Todos los descendientes de la primera generación filial, F<sub>1</sub>, tienen las plumas barradas.

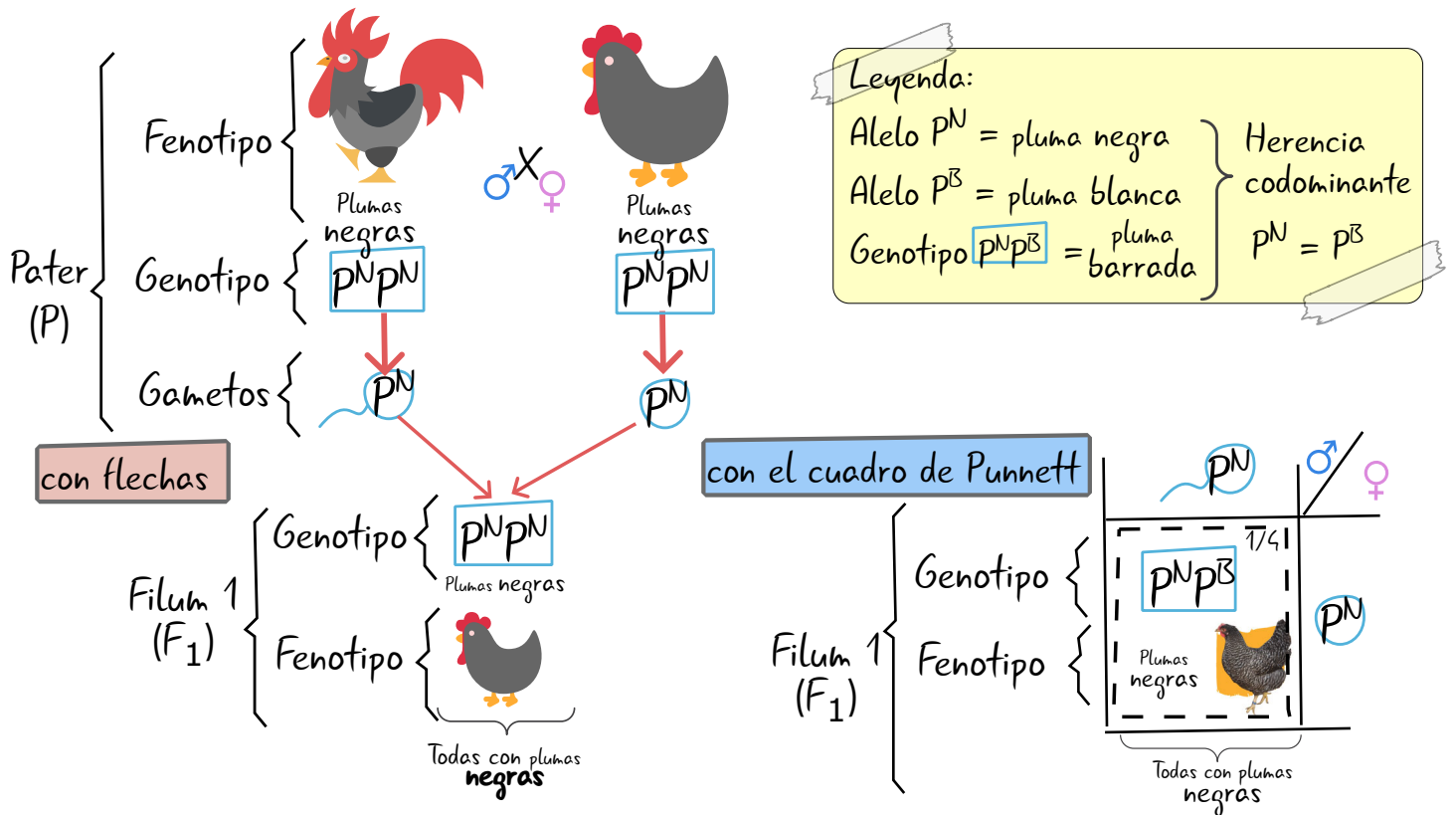




6

En una determinada raza de gallinas, el alelo  $P^N$  indica color negro, el  $P^B$ , color blanco, ambos codominantes. Cuando aparecen ambos alelos en un individuo,  $P^N P^B$ , el plumaje ave adquiere un color llamado **barrado** (rectángulos blancos y negros alternantes en la pluma). Se pide que:

a) Si se realiza un cruce entre un gallo negro y una gallina negra  
¿Cuál es el genotipo y fenotipo de los descendientes?



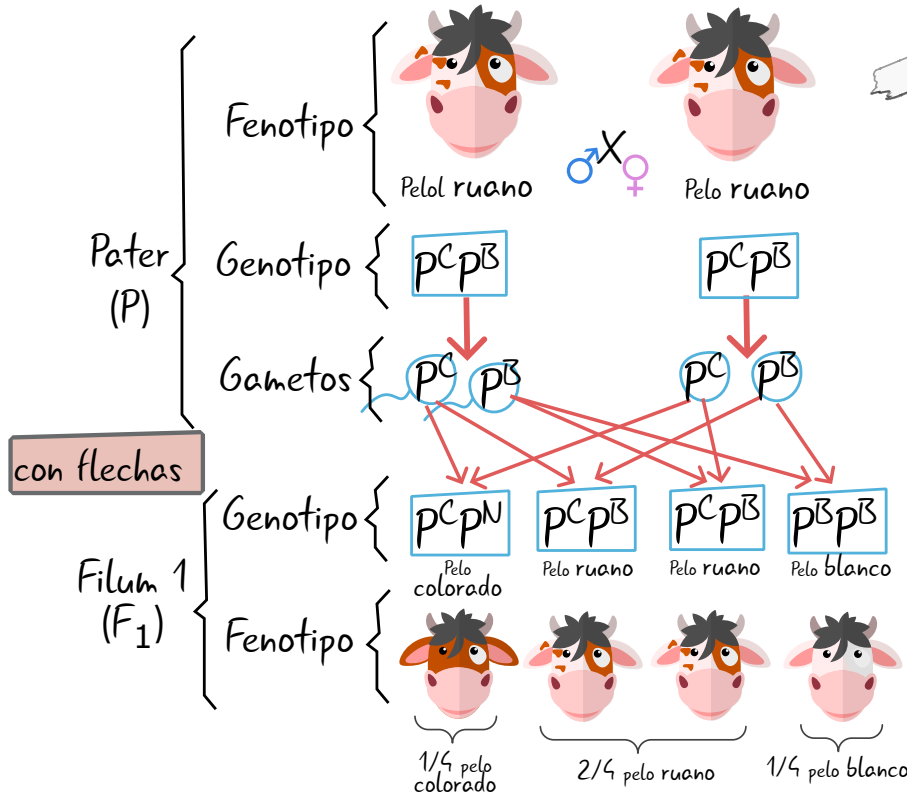
**SÍ CUMPLE** las PROPORCIONES MENDELIANAS

**Solución:** Todos los descendientes de la primera generación filial,  $F_1$ , tienen las plumas negras.



**7** En una determinada raza de vacas, el color colorado claro y color blanco son codominantes. Cuando aparecen individuos con ambos colores reciben el nombre de **ruano** (pelos blancos en el cuerpo distribuidos de forma uniforme entre pelos colorao). Se pide que:

a) Si se realiza un cruce entre una **vaca ruano** y un **toro ruano**  
¿Cuál es el genotipo y fenotipo de los descendientes?



Legenda:

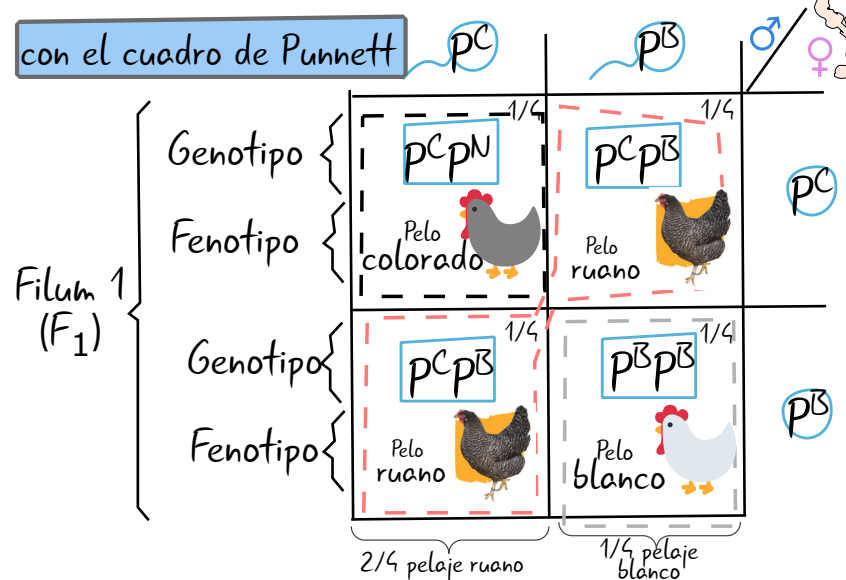
Alelo  $p^C$  = pelo colorado  
Alelo  $p^B$  = pelo blanco  
Genotipo  $p^C p^B$  = pelo ruano

Herencia codominante  
 $p^C = p^B$

**NO** CUMPLE las PROPORCIONES MENDELIANAS

Recuerda que tiene que haber tantas columnas y filas como tipos de espermatozoides y óvulos haya, respectivamente.

con el cuadro de Punnett



Solución: El 50 % (2/4) de los individuos de la primera generación filial, F<sub>1</sub>, tienen pelaje ruano; mientras que, el otro 25 % tienen pelaje colorado y el otro 25 % tienen pelaje blanco.



# 3 Alelismo múltiple

El alelismo múltiple es la presencia en un mismo gen de tres o más alelos. Al conjunto de alelos posibles en el mismo gen recibe el nombre de serie alélica. Además, se puede presentar entre ellos relaciones de dominancia, dominancia intermedia o codominancia.

El grupo sanguíneo ABO es un ejemplo de alelismo múltiple de tres alelos, donde hay relaciones codominancia y dominancia completa.

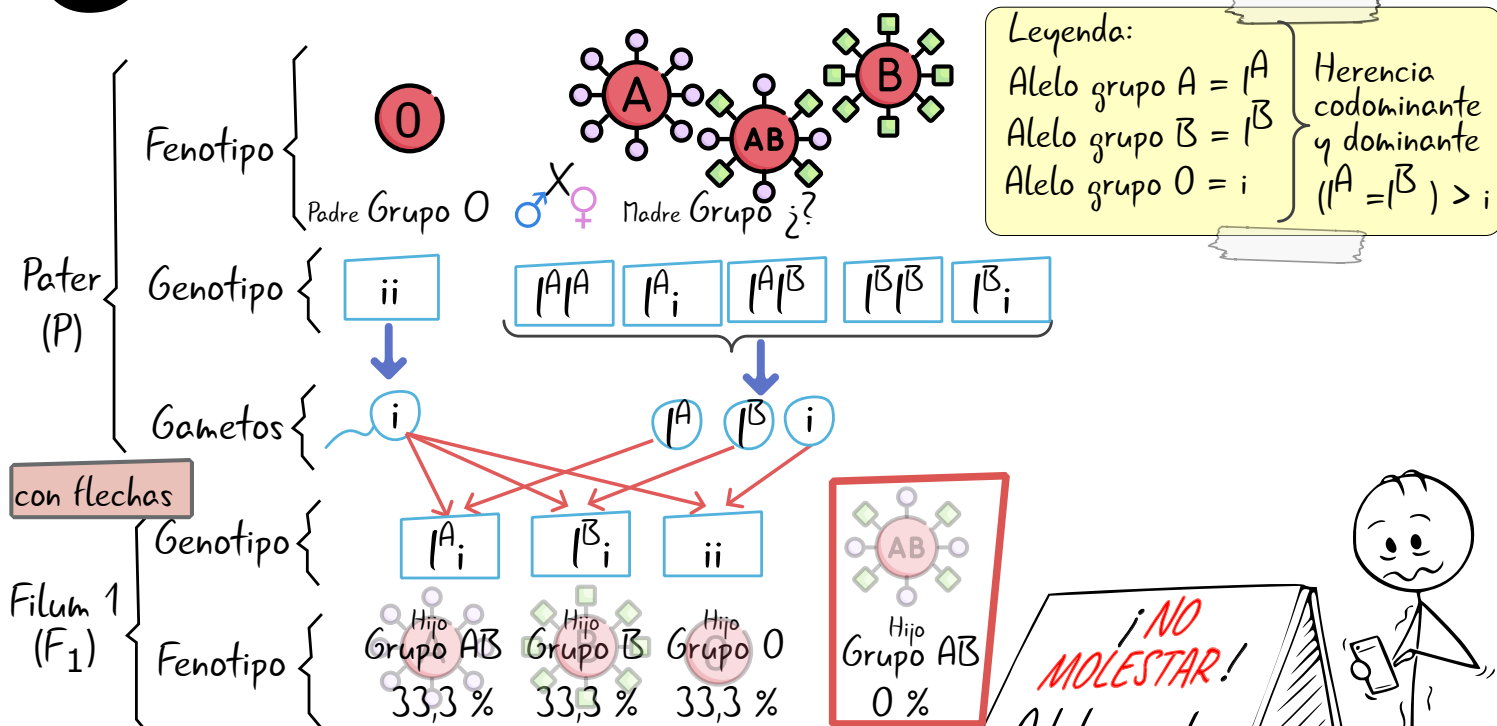
Para hacer los problemas de genética tienes que entender el cuadro de abajo y luego aprendértelo de memoria.

## Grupo sanguíneo del sistema ABO

|            |                     |                     |           |         |
|------------|---------------------|---------------------|-----------|---------|
| Fenotipo → | Grupo A             | Grupo B             | Grupo AB  | Grupo O |
| Genotipo → | $I^A I^A$   $I^A i$ | $I^B I^B$   $I^B i$ | $I^A I^B$ | $i i$   |

( $I^A = I^B$ ) > i. Es decir,  $I^A$  y  $I^B$  son codominantes lo que significa que la presencia simultánea de los alelos  $I^A$  y  $I^B$  producen dos antígenos A y B. El alelo i es recesivo con respecto a los alelos  $I^A$  y  $I^B$ .

8 En una prueba de paternidad se ha comprobado que el grupo sanguíneo de un niño es AB y el del supuesto padre es O. ¿Cuál crees que debe ser el veredicto?

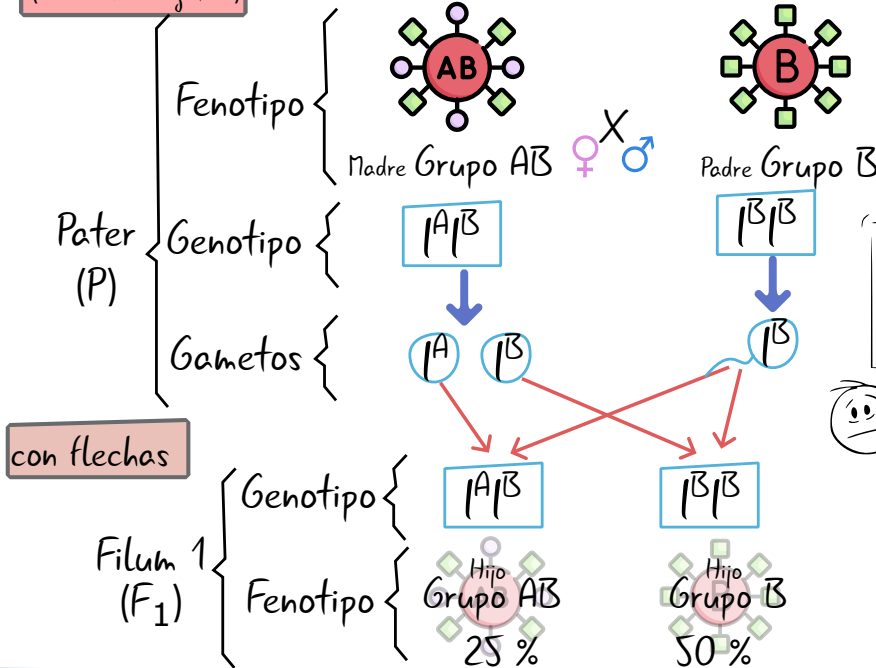


9

¿Es posible que un hombre del tipo sanguíneo B y una mujer del tipo AB tengan un hijo del tipo O?

Hay dos posibles planteamientos, pero ambos llegan a la misma respuesta: "No es posible que nazca un hijo con el grupo sanguíneo O".

Opción # 1  
(varón homocigótico)



Legenda:

Alelo grupo A =  $I^A$   
Alelo grupo B =  $I^B$   
Alelo grupo O =  $i$

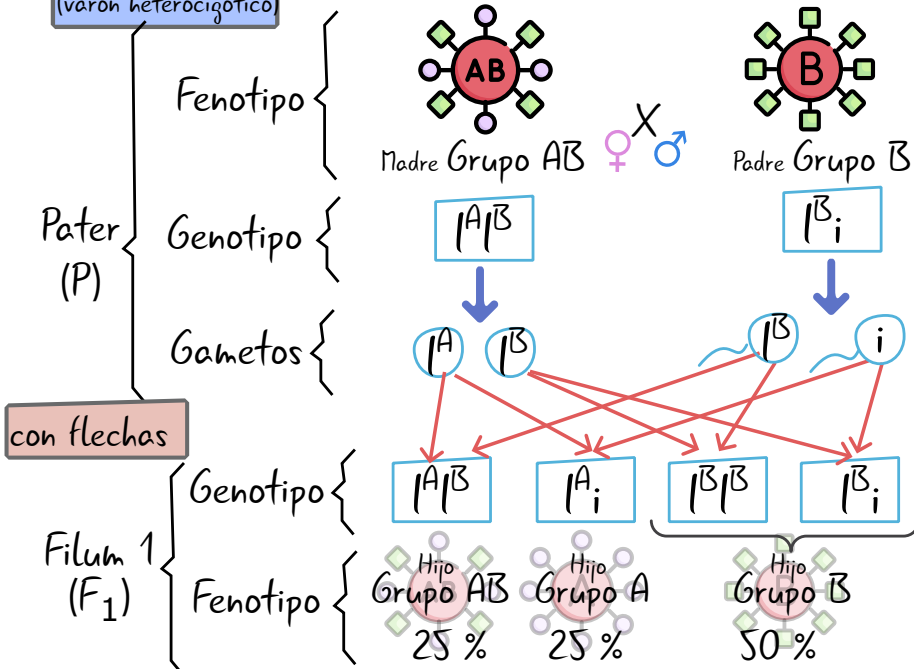
Herencia codominante y dominante ( $I^A = I^B$ ) >  $i$

**NO PUEDE SALIR HIJOS CON EL GRUPO SANGUÍNEO O**

Hijo Grupo O  
0 %

Solución: La pareja nunca podrá tener hijos del grupo sanguíneo O, por dos razones: La primera, porque la mujer solo tiene óvulos del grupo sanguíneo A y del grupo sanguíneo B. La segunda, el varón al ser homocigótico solo produce espermatozoides con el alelo B. Recuerda que el hijo es fruto de la unión del óvulo y del espermatozoide.

Opción # 2  
(varón heterocigótico)



Legenda:

Alelo grupo A =  $I^A$   
Alelo grupo B =  $I^B$   
Alelo grupo O =  $i$

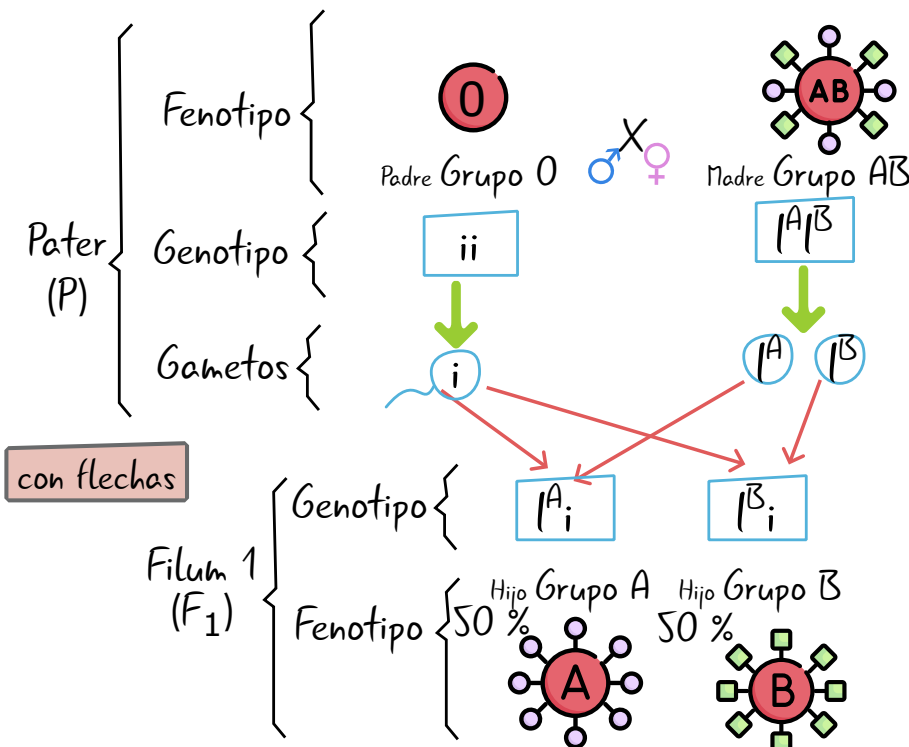
Herencia codominante y dominante ( $I^A = I^B$ ) >  $i$

**NO PUEDE SALIR HIJOS CON EL GRUPO SANGUÍNEO O**

Hijo Grupo O  
%

Solución: La pareja nunca podrá tener hijos del grupo sanguíneo O, porque la mujer solo tiene óvulos del grupo sanguíneo A y del grupo sanguíneo B. El varón, al ser heterocigótico, genera espermatozoides del alelo i. El hijo es fruto de la unión del óvulo y del espermatozoide.

# 10 ¿Cómo podrán ser los hijos de un hombre del grupo 0 y una mujer del grupo AB? Haz un esquema del cruzamiento y los porcentajes esperados en la descendencia.

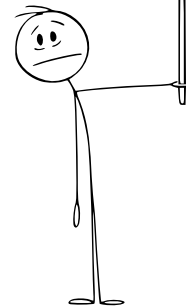


Legenda:

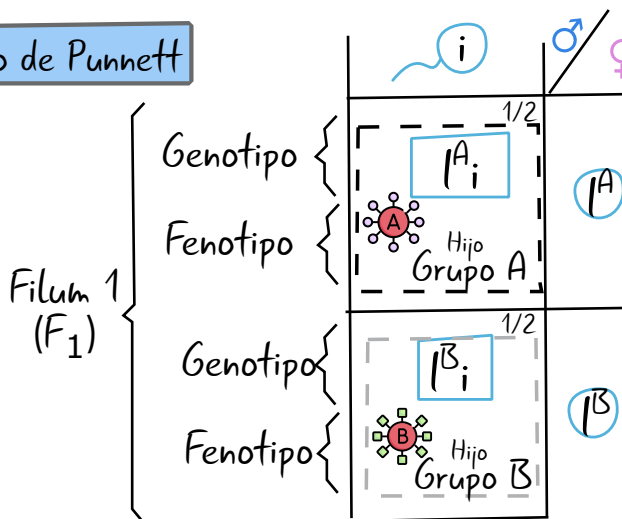
Alelo grupo A = I<sup>A</sup>  
 Alelo grupo B = I<sup>B</sup>  
 Alelo grupo 0 = i

Herencia codominante y dominante (I<sup>A</sup> = I<sup>B</sup>) > i

**NO** cumplen las leyes de Mendel por dos razones:  
 1) HAY TRES ALELOS  
 2) HAY CODOMINANCIA



**con el cuadro de Punnett**



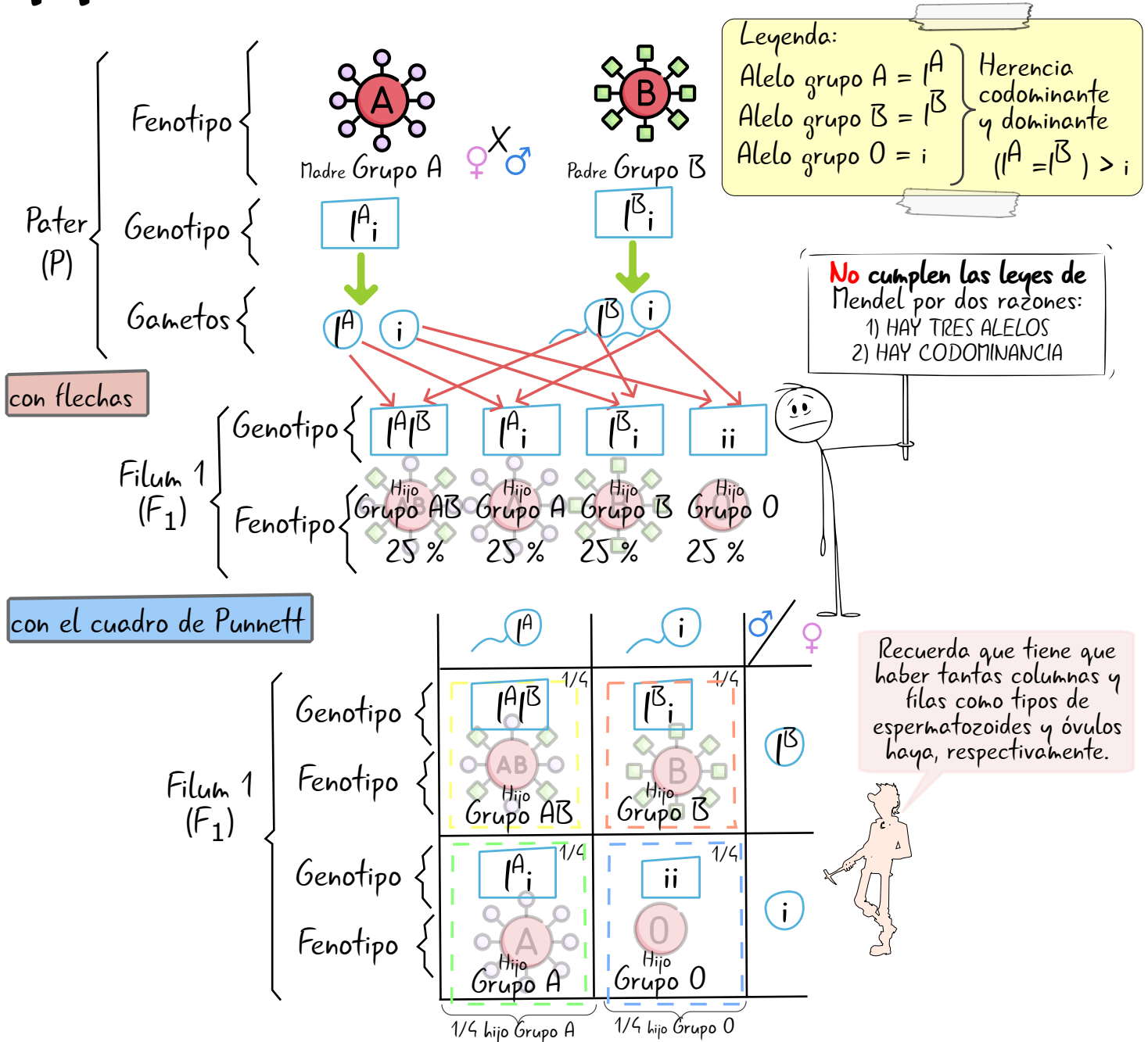
Solución: La pareja tendrá un 50 % de hijos con el grupo sanguíneo A y 50 % de hijos con el grupo sanguíneo B





11

Si una mujer del grupo sanguíneo A, heterocigótica, se casa con un hombre del grupo B, heterocigótico. ¿Cuál son los grupos sanguíneos de sus hijos?



**Solución:** La pareja tendrá un 25 % de los hijos con el grupo sanguíneo AB, un 25 % con el grupo B, un 25 % con el grupo A y un 25 % de hijos con el grupo sanguíneo O.

El grupo sanguíneo Reshus (Rh) es otro sistema de clasificación de la sangre de los 32 tipos de clasificaciones que existen en la actualidad. En este caso, el grupo sanguíneo Reshus (Rh) es un ejemplo de dominancia completa.

El grupo sanguíneo Rh tiene dos tipos de sangre: grupo sanguíneo positivo (Rh+) y grupo sanguíneo negativo (Rh-). El Rh+ se llama así, porque **sí** tiene una proteína en la membrana plasmática del glóbulo rojo; mientras que, el grupo sanguíneo **negativo**, **no** tiene esa proteína.

Ahora toca asignar una nomenclatura a los alelos.

**GENOTIPO**

Alelo d

Alelo D

Hay dos tipos de nomenclaturas para designar los alelos. Vamos a utilizar y explicar solo una, porque la otra es muy complicada. Esta es la explicación: en la **leyenda** vamos a designar los **alelos** con la letra **D** en honor al **gen D** que produce el antígeno D y la **d** para el **gen d**, no real, que produce el antígeno d, no real.

**Leyenda:**

Alelo positivo = D

Alelo negativo = d

} Herencia de dominancia completa  
D > d

**HERENCIA DOMINANTE**

El factor Rhesus (Rh) es una proteína que se encuentra en la superficie de los glóbulos rojos.

Si tus glóbulos rojos tienen la proteína del factor Rh, eres Rh positivo (+).

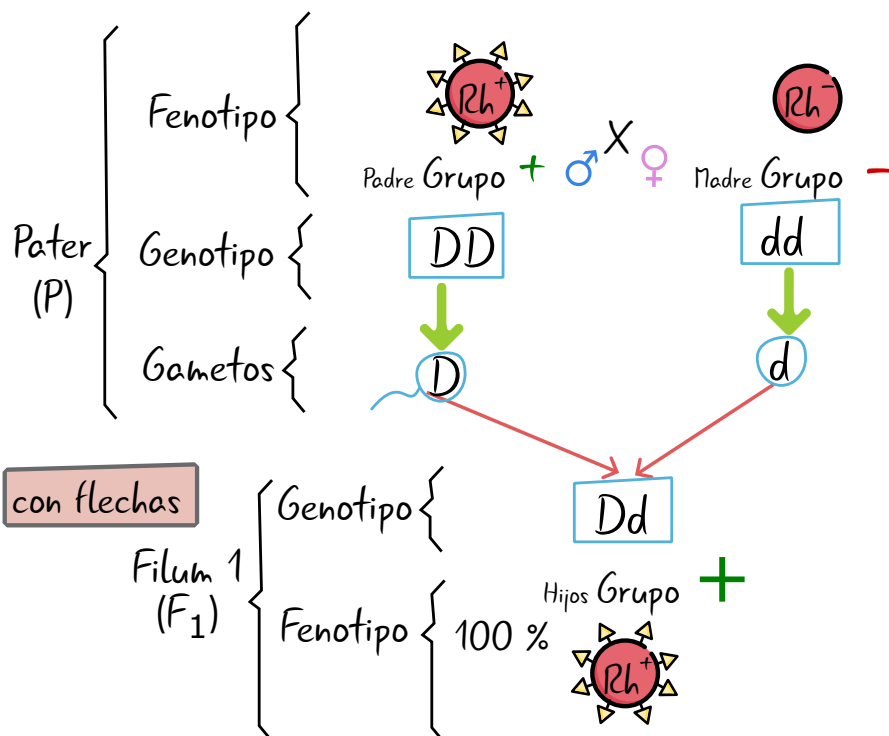
Si tu sangre carece de esta proteína, eres Rh negativo (-).

**FENOTIPO**

Alelo Rh+

Alelo Rh-

**12** Si un hombre del grupo sanguíneo positivo, puro, se casa con una mujer del grupo sanguíneo negativo. ¿Cuál son los grupos sanguíneos de sus hijos?



**Leyenda:**

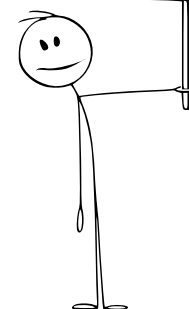
Alelo Rh+ = D

Alelo Rh- = d

} Herencia dominante  
**D > d**

Si cumplen las leyes de Mendel por dos razones:

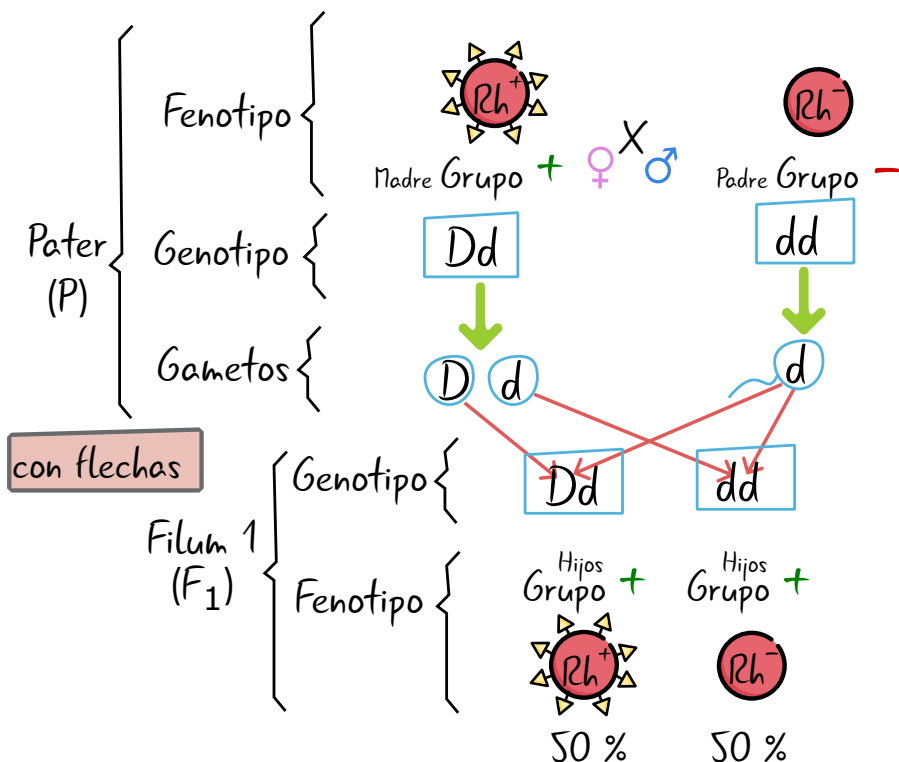
- 1) HAY DOS ALELOS
- 2) HAY DOMINANCIA



**Solución:** Todos los hijos tendrán el grupo sanguíneo positivo (Rh+).

# 13

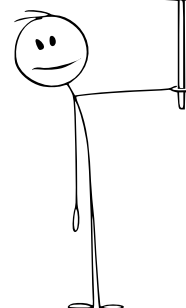
Si una mujer del grupo sanguíneo positivo, heterocigótica, se casa con un hombre del grupo sanguíneo negativo. ¿Cuál son los grupos sanguíneos de sus hijos?



**Leyenda:**

Alelo Rh<sup>+</sup> = D } Herencia dominante  
Alelo Rh<sup>-</sup> = d } **D > d**

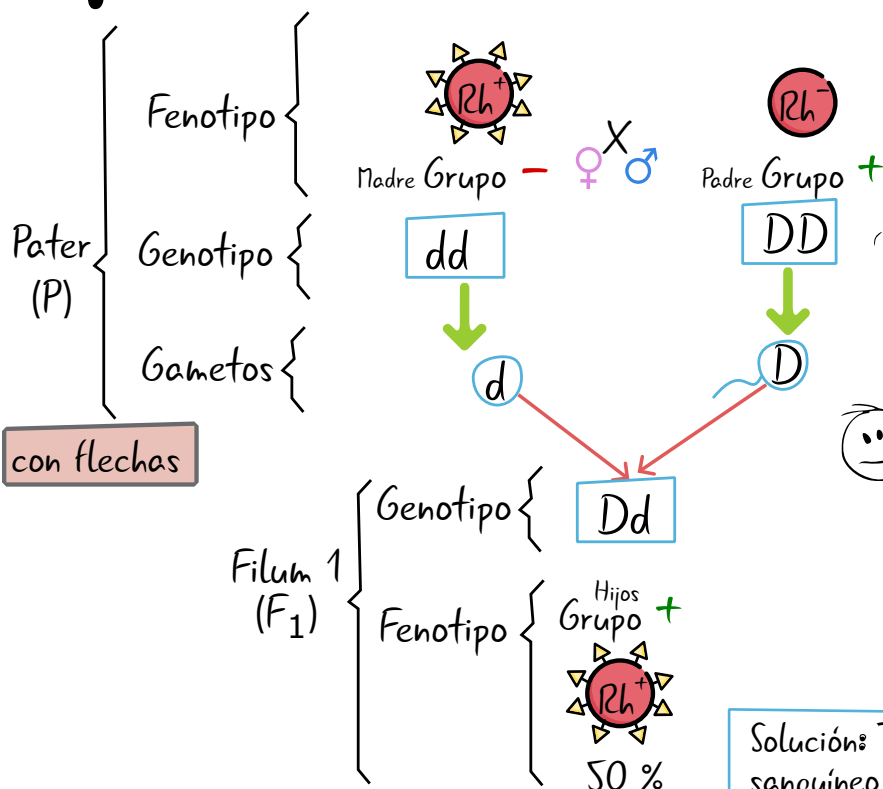
Si se cumplen las leyes de Mendel por dos razones:  
1) HAY DOS ALELOS  
2) HAY DOMINANCIA



**Solución:** El 50 % de los hijos serán del grupo sanguíneo positivo (Rh<sup>+</sup>); mientras que, el otro 50 % de los hijos serán del grupo sanguíneo negativo (Rh<sup>-</sup>).

# 14

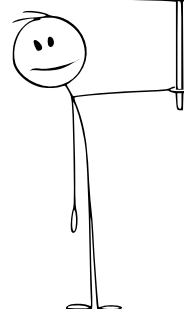
Una pareja en la que la mujer pertenece al grupo Rh- y el hombre es Rh+ homocigótico tienen un bebé. ¿Cuál es el grupo sanguíneo del bebé?



**Leyenda:**

Alelo Rh<sup>+</sup> = D } Herencia dominante  
Alelo Rh<sup>-</sup> = d } **D > d**

Si cumplen las leyes de Mendel por dos razones:  
1) HAY DOS ALELOS  
2) HAY DOMINANCIA



**Solución:** Todos los hijos serán del grupo sanguíneo positivo (Rh<sup>+</sup>).

José Manuel Huertas Suárez

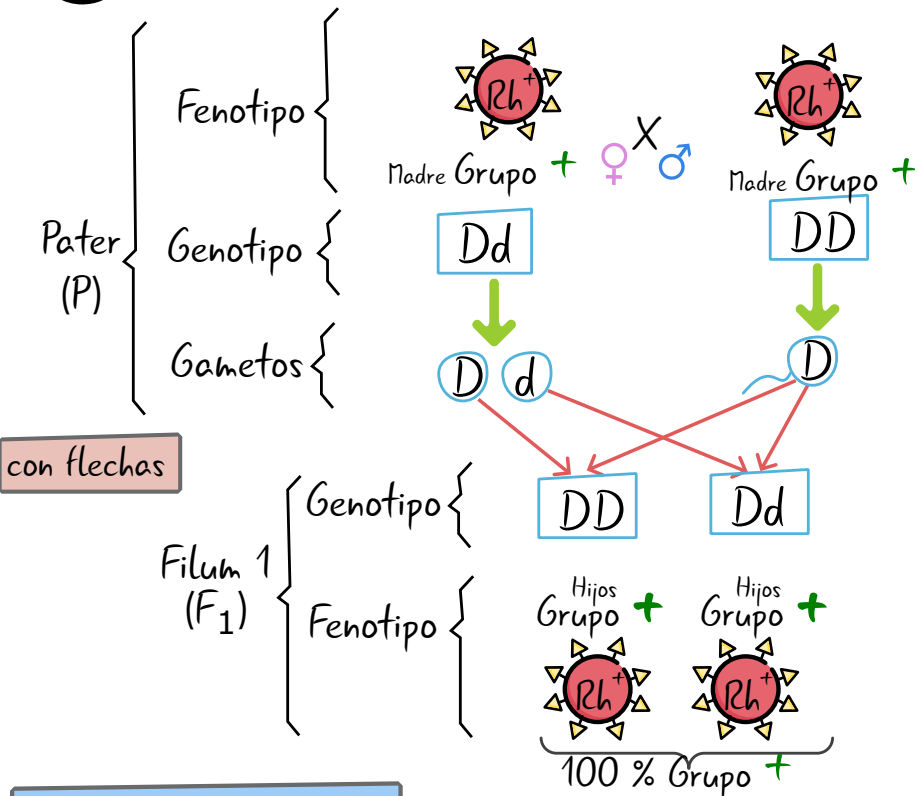
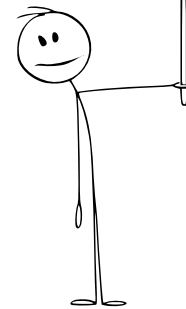


# 15

Una pareja en la que la mujer pertenece al grupo Rh<sup>+</sup> híbrido y el hombre es Rh<sup>+</sup> puro tienen un bebé ¿Cuál es el grupo sanguíneo del bebé?

Legenda:  
Alelo Rh<sup>+</sup> = D } Herencia dominante  
Alelo Rh<sup>-</sup> = d } **D > d**

Si se cumplen las leyes de Mendel por dos razones:  
1) HAY DOS ALELOS  
2) HAY DOMINANCIA



con el cuadro de Punnett

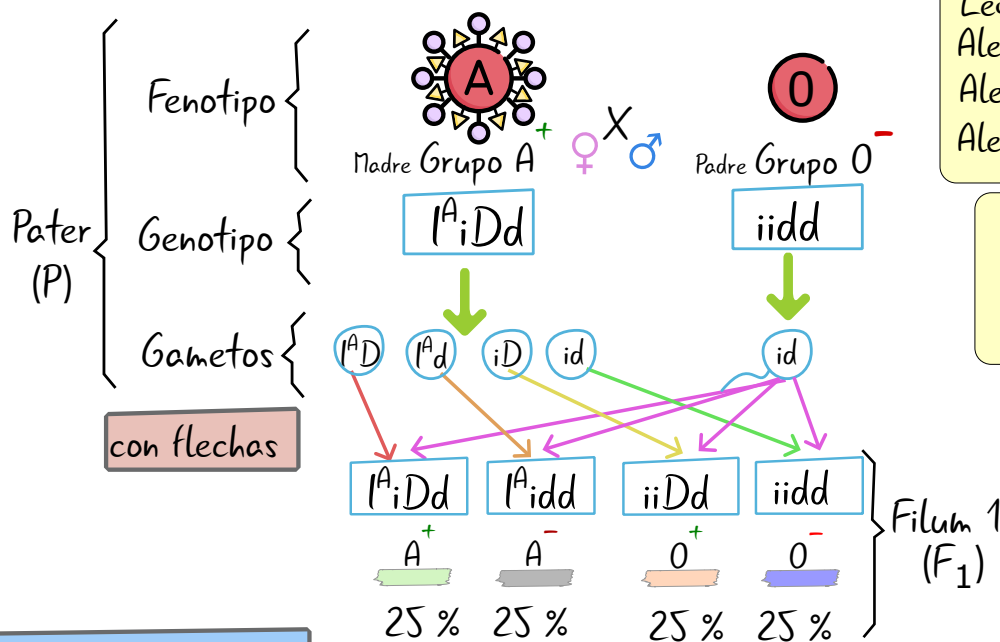
|   | D                                                    | d                                                    |          |
|---|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------|
| D | DD <sup>1/2</sup><br>Rh <sup>+</sup><br>Hijo Grupo + | Dd <sup>1/2</sup><br>Rh <sup>+</sup><br>Hijo Grupo + | ♀/♂<br>D |
| d |                                                      |                                                      |          |

Todos los hijo con el Grupo **positivo**

**Solución:** El 100 % de los hijos serán del grupo sanguíneo positivo (Rh<sup>+</sup>).

16

Si una mujer del grupo sanguíneo A+, heterocigótica en ambos caracteres, se casa con un hombre del grupo sanguíneo O negativo. ¿Cuál son los grupos sanguíneos de sus hijos?



**Leyenda:**

Alelo grupo A =  $I^A$   
 Alelo grupo B =  $I^B$   
 Alelo grupo O =  $i$

Herencia codominante y dominante  
 $(I^A = I^B) > i$

**Leyenda:**

Alelo Rh+ = D  
 Alelo Rh- = d

Herencia dominante  
 $D > d$

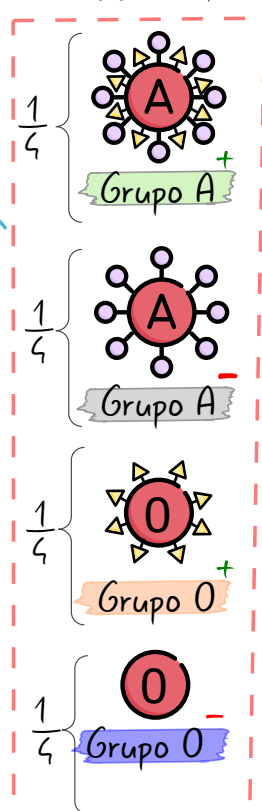
con el cuadro de Punnett

**Filum 1 (F<sub>1</sub>)**

|                 | $I^A D$                 | $I^A d$                   | $i D$                   | $i d$                   |  |
|-----------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| <b>Genotipo</b> | $I^A i D$ $\frac{1}{4}$ | $I^A i d d$ $\frac{1}{4}$ | $i i D D$ $\frac{1}{4}$ | $i i d d$ $\frac{1}{4}$ |  |
| <b>Fenotipo</b> | Grupo A+<br>id          | Grupo A-<br>id            | Grupo O+<br>id          | Grupo O-<br>id          |  |

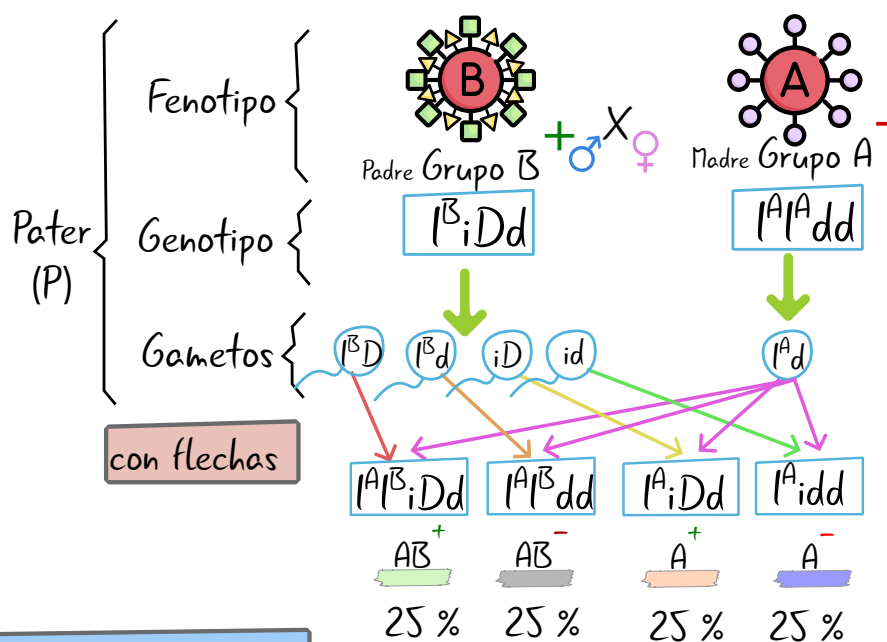
**Solución:** La pareja tendrá un  $\frac{1}{4}$  (25 %) de hijos con el grupo sanguíneo A positivo, un  $\frac{1}{4}$  (25 %) de hijos con el grupo sanguíneo A negativo, un  $\frac{1}{4}$  (25 %) con grupo sanguíneo O positivo y un  $\frac{1}{4}$  (25 %) con el grupo sanguíneo O negativo.

Análisis de la tabla





# 17 Una pareja constituida por un hombre cuyo del grupo sanguíneo B Rh<sup>+</sup> diheterocigótico y una mujer del grupo A Rh<sup>-</sup> homocigótica ¿Cómo serán sus hijos?



Legenda:

Alelo grupo A =  $I^A$

Alelo grupo B =  $I^B$

Alelo grupo O = i

Herencia codominante y dominante

$(I^A = I^B) > i$

Legenda:

Alelo Rh<sup>+</sup> = D

Alelo Rh<sup>-</sup> = d

Herencia dominante

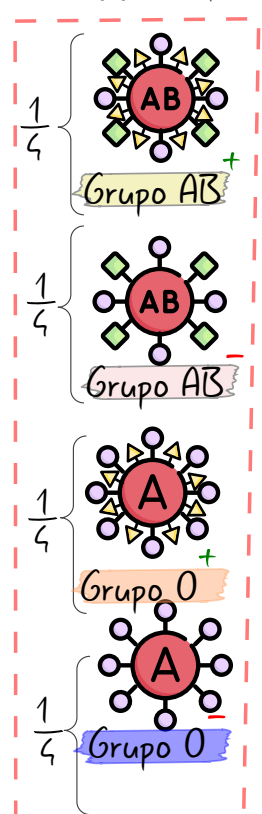
$D > d$

con el cuadro de Punnett

|                            |          | $I^B D$               | $I^B d$               | $i D$                | $i d$                |         |
|----------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------|
| Filium 1 (F <sub>1</sub> ) | Genotipo | $I^A I^B D d$         | $I^A I^B d d$         | $I^A i D d$          | $I^A i d d$          |         |
|                            | Fenotipo | Grupo AB <sup>+</sup> | Grupo AB <sup>-</sup> | Grupo A <sup>+</sup> | Grupo A <sup>-</sup> | $I^A d$ |

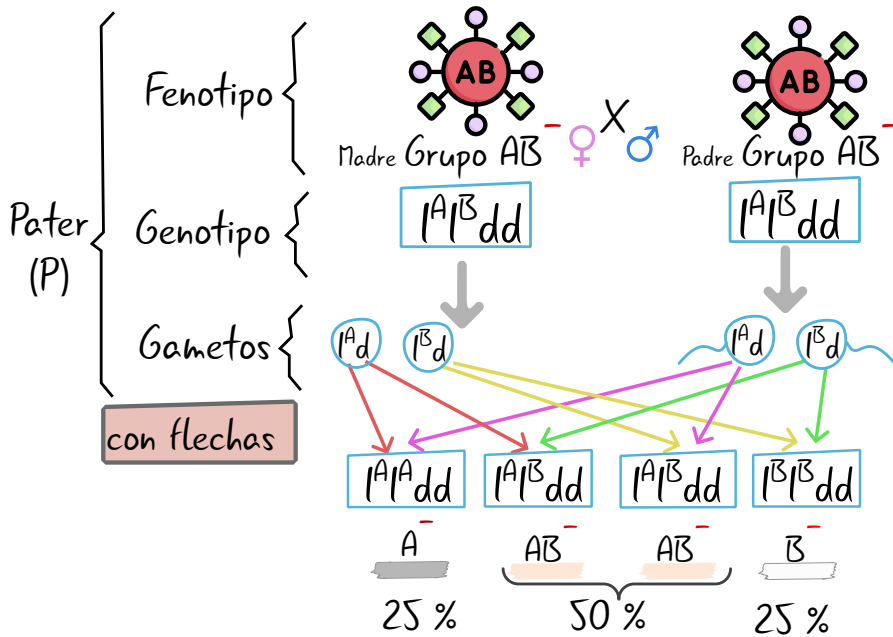
**Solución:** La pareja tendrá un 1/4 (25 %) de hijos con el grupo sanguíneo AB positivo, un 1/4 (25 %) de hijos con el grupo sanguíneo AB negativo, un 1/4 (25 %) con grupo sanguíneo A positivo y un 1/4 (25 %) con el grupo sanguíneo A negativo.

Análisis de la tabla



18

Si una mujer del grupo sanguíneo AB negativo se casa con un hombre del grupo sanguíneo AB negativo. ¿Cuál son los grupos sanguíneos de sus hijos?



Leyenda:

Alelo grupo A =  $I^A$   
Alelo grupo B =  $I^B$   
Alelo grupo O =  $i$

Herencia codominante y dominante  
( $I^A = I^B$ ) >  $i$

Leyenda:

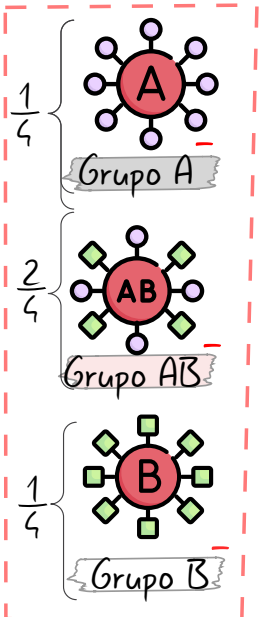
Alelo Rh<sup>+</sup> = D  
Alelo Rh<sup>-</sup> = d

Herencia dominante  
D > d

con el cuadro de Punnett

|                           |          | $I^A d$                     | $I^B d$                     | ♀/♂     |
|---------------------------|----------|-----------------------------|-----------------------------|---------|
| Filum 1 (F <sub>1</sub> ) | Genotipo | $I^A I^A dd$ <sup>1/4</sup> | $I^A I^B dd$ <sup>1/4</sup> |         |
|                           | Fenotipo | Grupo A <sup>-</sup>        | Grupo AB <sup>-</sup>       | $I^A d$ |
|                           | Genotipo | $I^A I^B dd$ <sup>1/4</sup> | $I^B I^B dd$ <sup>1/4</sup> |         |
|                           | Fenotipo | Grupo AB <sup>-</sup>       | Grupo B <sup>-</sup>        | $I^B d$ |

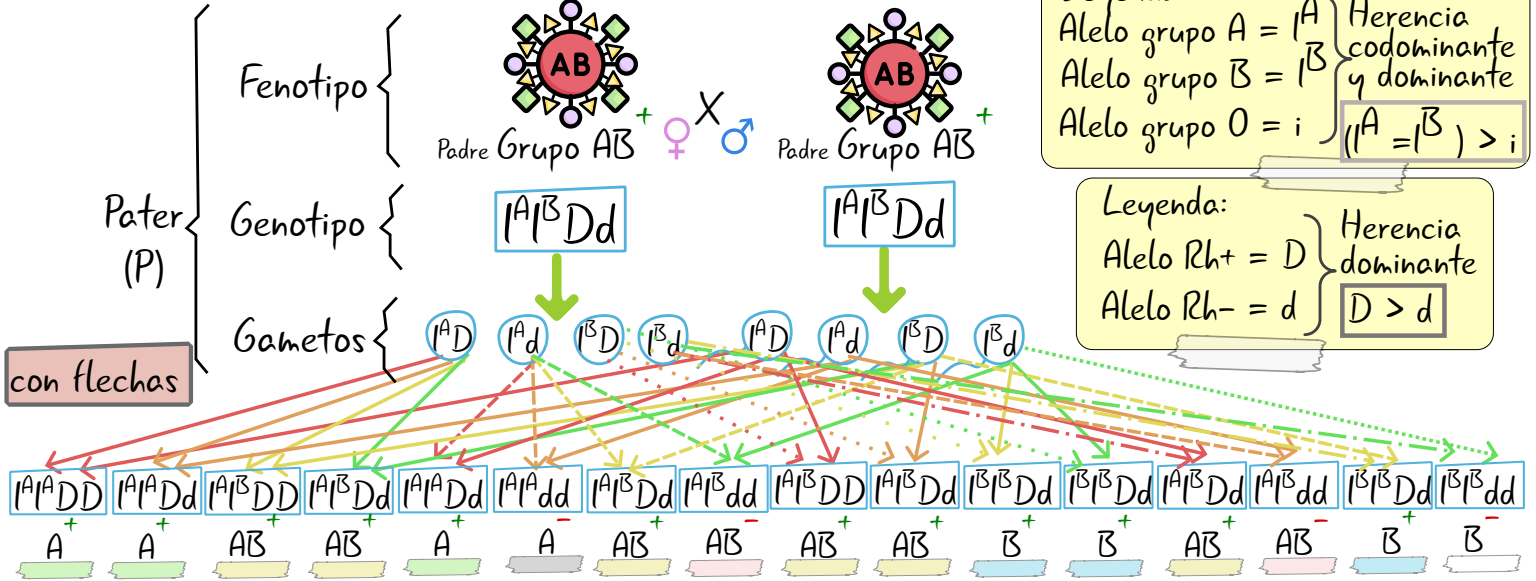
Análisis de la tabla



Solución: La pareja tendrá un 50 % de hijos con el grupo sanguíneo AB negativo, un 25 % de hijos con el grupo sanguíneo A negativo y un 25 % con grupo sanguíneo B negativo.

19

Una pareja en la que la mujer pertenece al grupo AB Rh<sup>+</sup> híbrida y el hombre es AB Rh<sup>+</sup> heterocigótico ¿Cómo serán sus hijos?

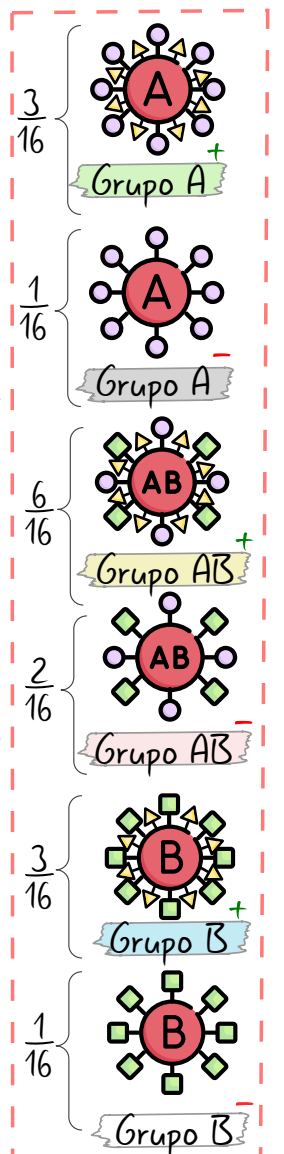


con la tabla de Punnett

**Filum 1 (F<sub>1</sub>)**

|          | $I^A D$               | $I^A d$               | $I^B D$               | $I^B d$               |         |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| Genotipo | $I^A I^A DD$ 1/16     | $I^A I^A Dd$ 1/16     | $I^A I^B DD$ 1/16     | $I^A I^B Dd$ 1/16     | $I^A D$ |
| Fenotipo | Grupo A <sup>+</sup>  | Grupo A <sup>+</sup>  | Grupo AB <sup>+</sup> | Grupo AB <sup>+</sup> |         |
| Genotipo | $I^A I^A Dd$ 1/16     | $I^A I^A dd$ 1/16     | $I^A I^B Dd$ 1/16     | $I^A I^B dd$ 1/16     | $I^A d$ |
| Fenotipo | Grupo A <sup>+</sup>  | Grupo A <sup>-</sup>  | Grupo AB <sup>+</sup> | Grupo AB <sup>-</sup> |         |
| Genotipo | $I^A I^B DD$ 1/16     | $I^A I^B Dd$ 1/16     | $I^B I^B DD$ 1/16     | $I^B I^B Dd$ 1/16     | $I^B D$ |
| Fenotipo | Grupo AB <sup>+</sup> | Grupo AB <sup>+</sup> | Grupo B <sup>+</sup>  | Grupo B <sup>+</sup>  |         |
| Genotipo | $I^A I^B Dd$ 1/16     | $I^A I^B dd$ 1/16     | $I^B I^B Dd$ 1/16     | $I^B I^B dd$ 1/16     | $I^B d$ |
| Fenotipo | Grupo AB <sup>+</sup> | Grupo AB <sup>-</sup> | Grupo B <sup>+</sup>  | Grupo B <sup>-</sup>  |         |

Análisis de la tabla



**Solución:** La pareja tendrá un 3/16 de hijos con el grupo sanguíneo A positivo, un 1/16 de hijos con el grupo sanguíneo A negativo, un 6/16 con grupo sanguíneo AB positivo, un 2/16 con el grupo sanguíneo AB negativo, un 3/16 con el grupo B positivo y un 1/16 con el grupo B negativo.



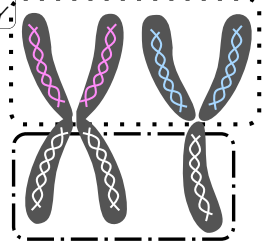
# 4 Herencia ligada al sexo

La herencia ligada al sexo es una forma de herencia donde los caracteres hereditarios están determinados por genes que se encuentran en los cromosomas sexuales. Los cromosomas sexuales en el Homo sapiens, y otros seres vivos, presentan diferentes juego de cromosomas dependiendo si eres hembra (XX) o hombre (XY). Cada cromosoma presenta un 80 % de genes distintos, por eso hablamos de genes ligados (¡exclusivos!) al cromosoma X y genes ligados al cromosoma Y. Vamos a hacer problemas relacionados con los genes ligados al cromosoma X.

En verdad, el título tendría que ser "Herencia ligado a los cromosomas X", pues vamos a hacer problemas relacionados con los genes que hay solo en el cromosoma X; ergo, NO aparecen en el cromosoma Y.

Región diferencial

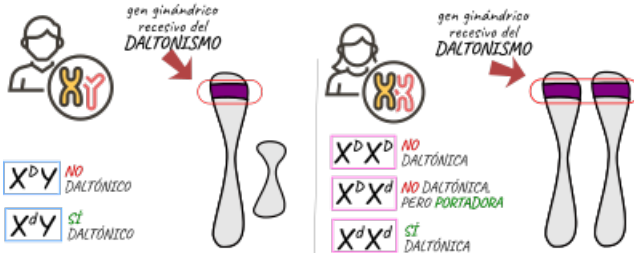
Región homóloga



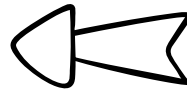
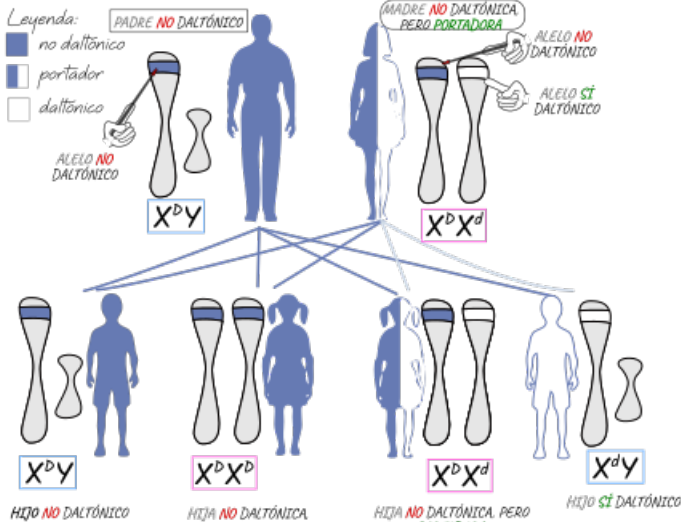
CROMOSOMAS SEXUALES SIMPLIFICADOS

## DALTONISMO asociado al cromosoma X

el daltonismo es una enfermedad recesiva donde el individuo no puede diferenciar el verde del rojo. Suelen ver estos colores como tonos de marrón.



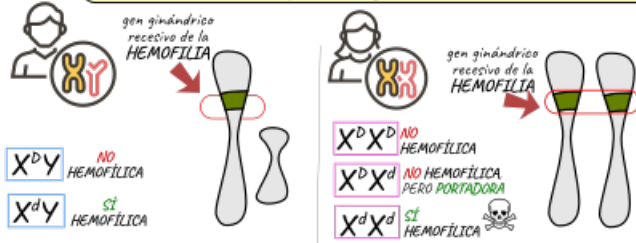
Por ejemplo, un hombre daltonico se casa con una mujer portadora del daltonismo. ¿Cómo será su descendencia?



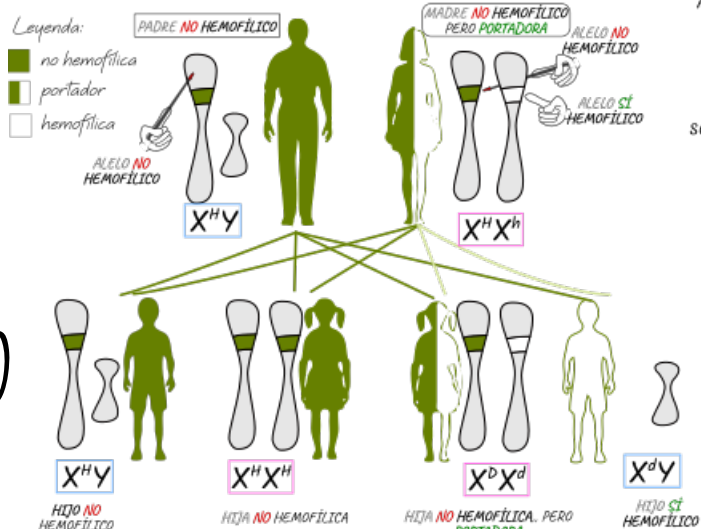
¿Qué es el daltonismo?

## HEMOFILIA asociado al cromosoma X

la hemofilia es una enfermedad recesiva donde la sangre de un individuo ante una herida tiene dificultad para coagular.



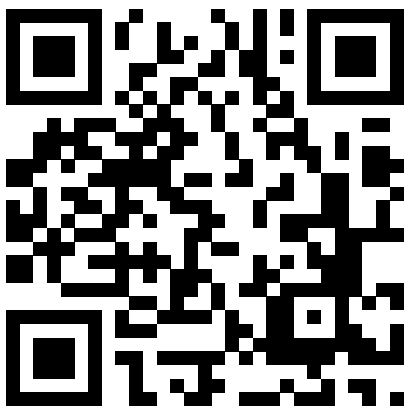
Por ejemplo, un hombre hemofílico se casa con una mujer portadora de la hemofilia. ¿Cómo será su descendencia?



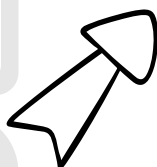
"Cuando nos hacemos una herida se activan 13 factores de coagulación, que actúan en cadena para cortar el sangrado."

A los hemofílicos les falta uno de esos factores, el VIII o el IX, entonces la cadena se interrumpe y la sangre no coagula o lo hace más lentamente."

¿Las consecuencias? "pues que las lesiones o heridas sangran durante más tiempo pudiéndose producir graves hemorragias internas y externas."

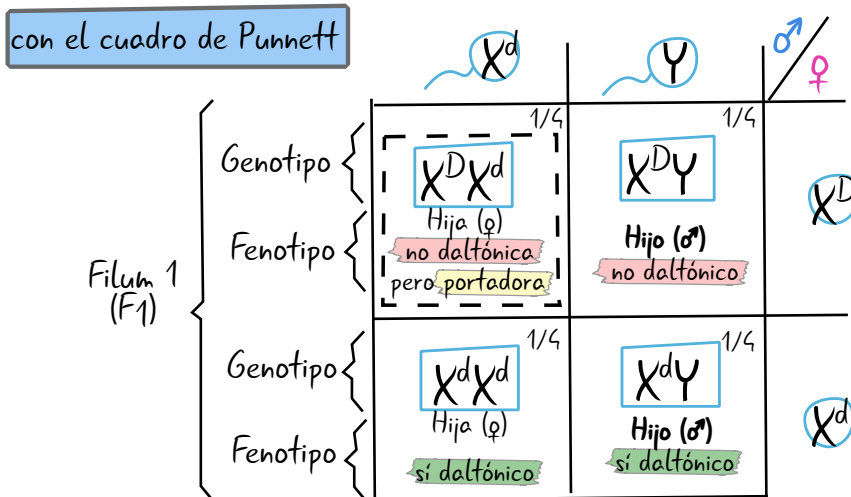
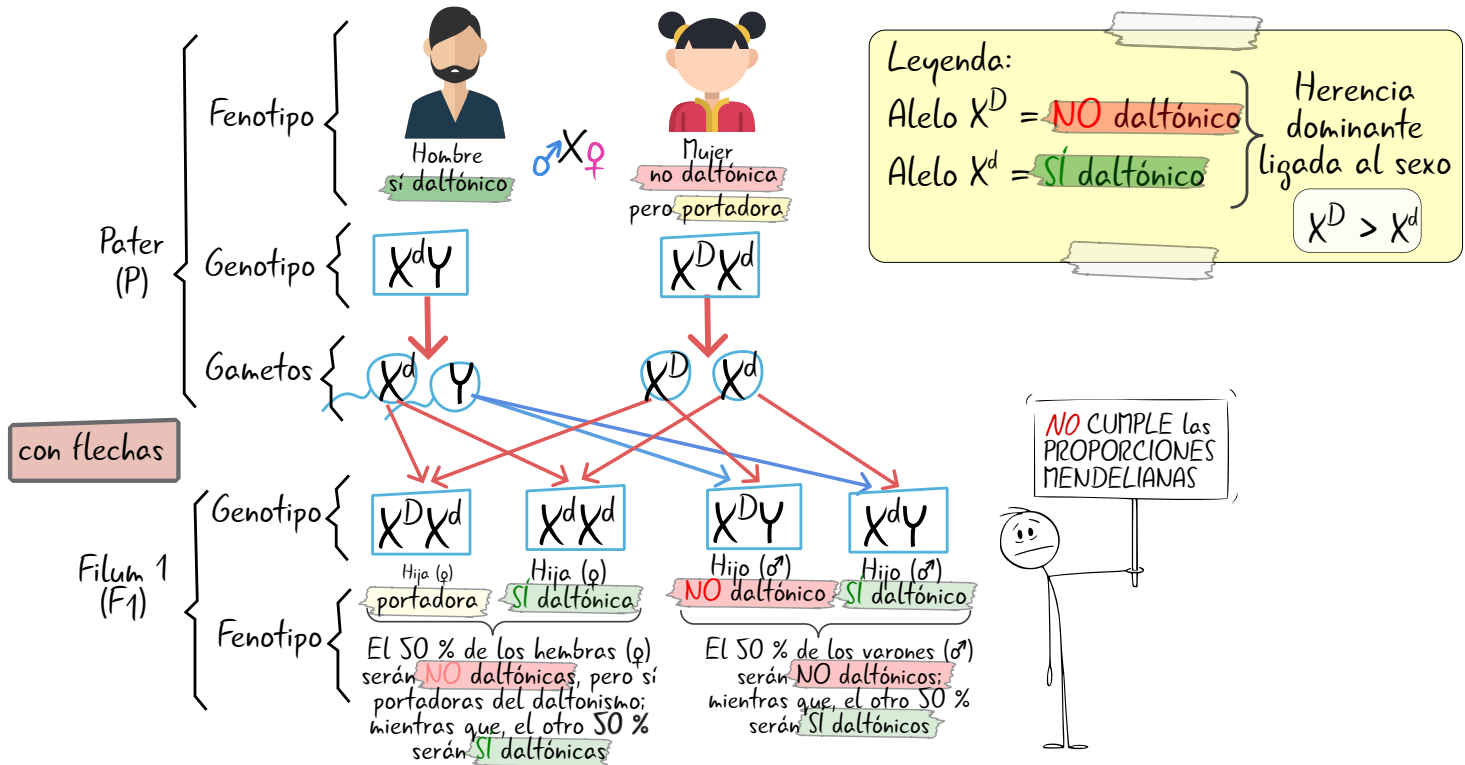


¿Qué es la hemofilia?





# 20 Un hombre daltónico y una mujer portadora del daltonismo tienen un hijo ¿Cuál es la probabilidad de que su hijo sea daltónico? Sabiendo que el daltonismo es una enfermedad ocasionada por un gen recesivo ligada al cromosoma X



## Solución por sexos:

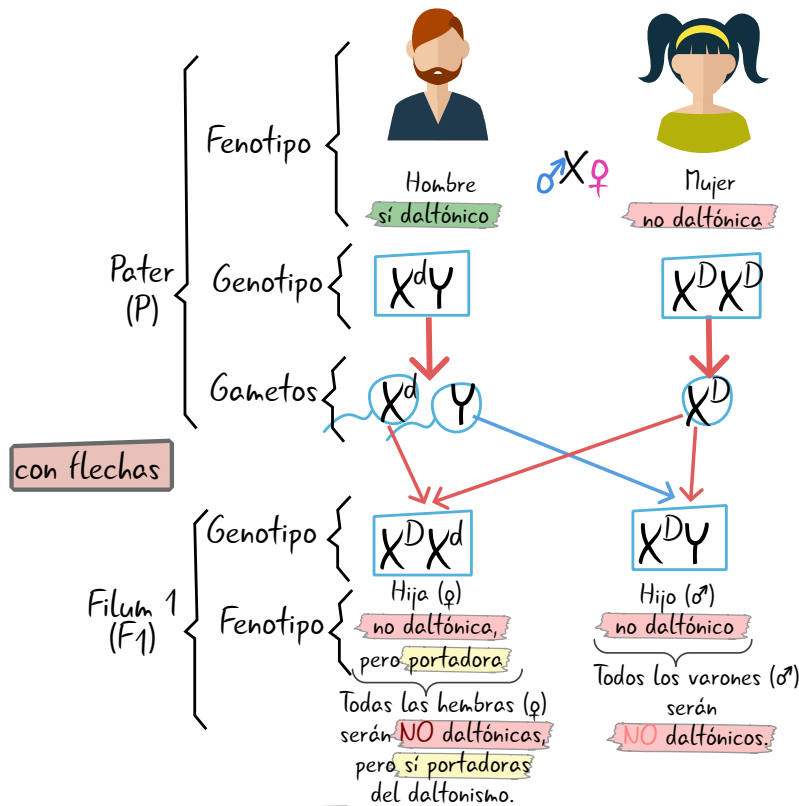
- Las **hembras** (♀) tendrán un **50 %** de posibilidades de que sean **NO daltónicas**, pero **si portadoras del daltonismo** y el otro **50 %** de ser **SI daltónicas**.
- Los **machos** (♂) tendrán un **50 %** de posibilidades de ser **NO daltónicos** y el otro **50 %** sean **SI daltónicos**.





# 21

Un hombre sí daltónico y una mujer no daltónica tienen un hijo  
¿Cuál es la probabilidad de que su hijo sea daltónico? Sabiendo que el daltonismo es una enfermedad ocasionada por un gen recesivo ligada al cromosoma X



Leyenda:

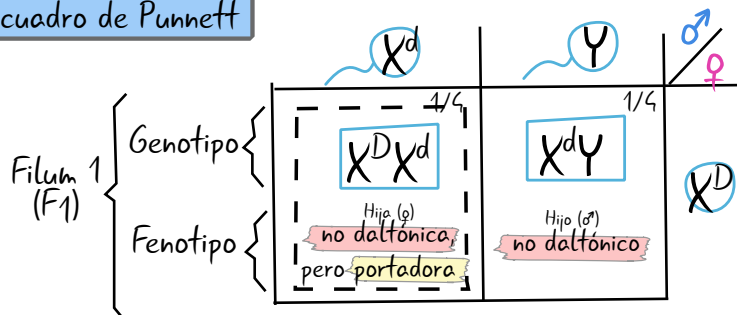
Alelo  $X^D$  = **NO** daltónico  
Alelo  $X^d$  = **SÍ** daltónico

Herencia dominante ligada al sexo

$X^D > X^d$

**NO CUMPLE las PROPORCIONES MENDELIANAS**

**con el cuadro de Punnett**

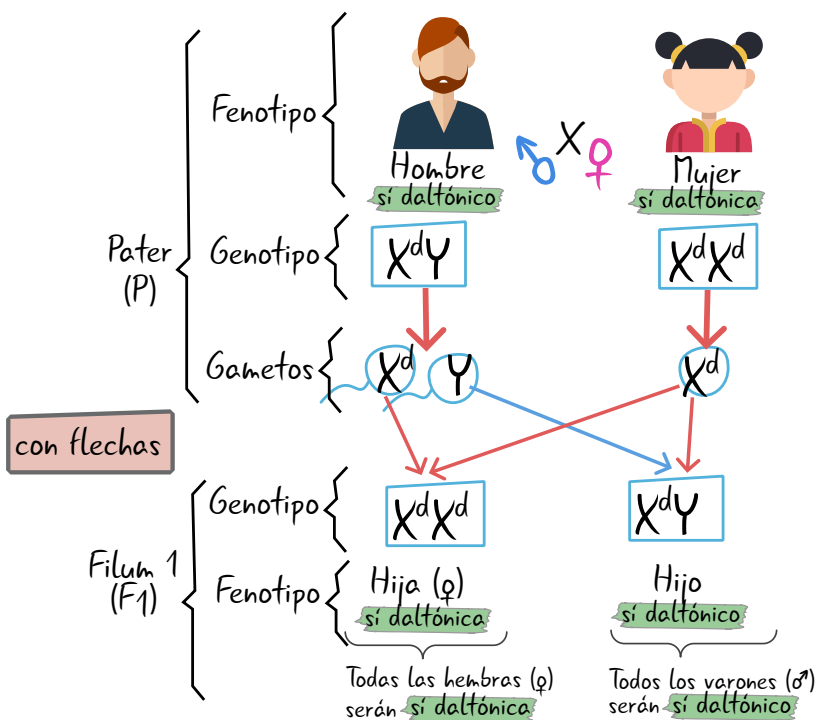


Solución por sexos:

- Las hembras (♀) tendrán un **100%** de posibilidades de que sean **NO daltónicas**, pero **si portadoras** del daltonismo.
- Los machos (♂) tendrán un **100%** de posibilidades de que sean **SÍ daltónicos**.



# 22 Un hombre sí daltónico y una mujer sí daltónica tienen un hijo ¿Cuál es la probabilidad de que su hijo sea daltónico? Sabiendo que el daltonismo es una enfermedad ocasionada por un gen recesivo ligada al cromosoma X



**Legenda:**

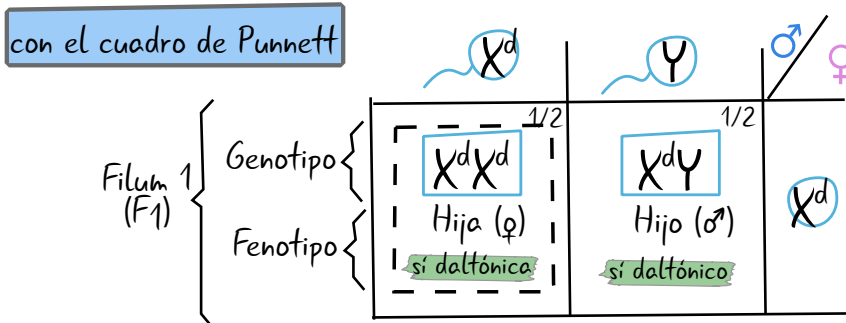
Alelo  $X^D$  = **NO daltónico**

Alelo  $X^d$  = **SÍ daltónico**

Herencia dominante ligada al sexo

$X^D > X^d$

**NO CUMPLE las PROPORCIONES MENDELIANAS**

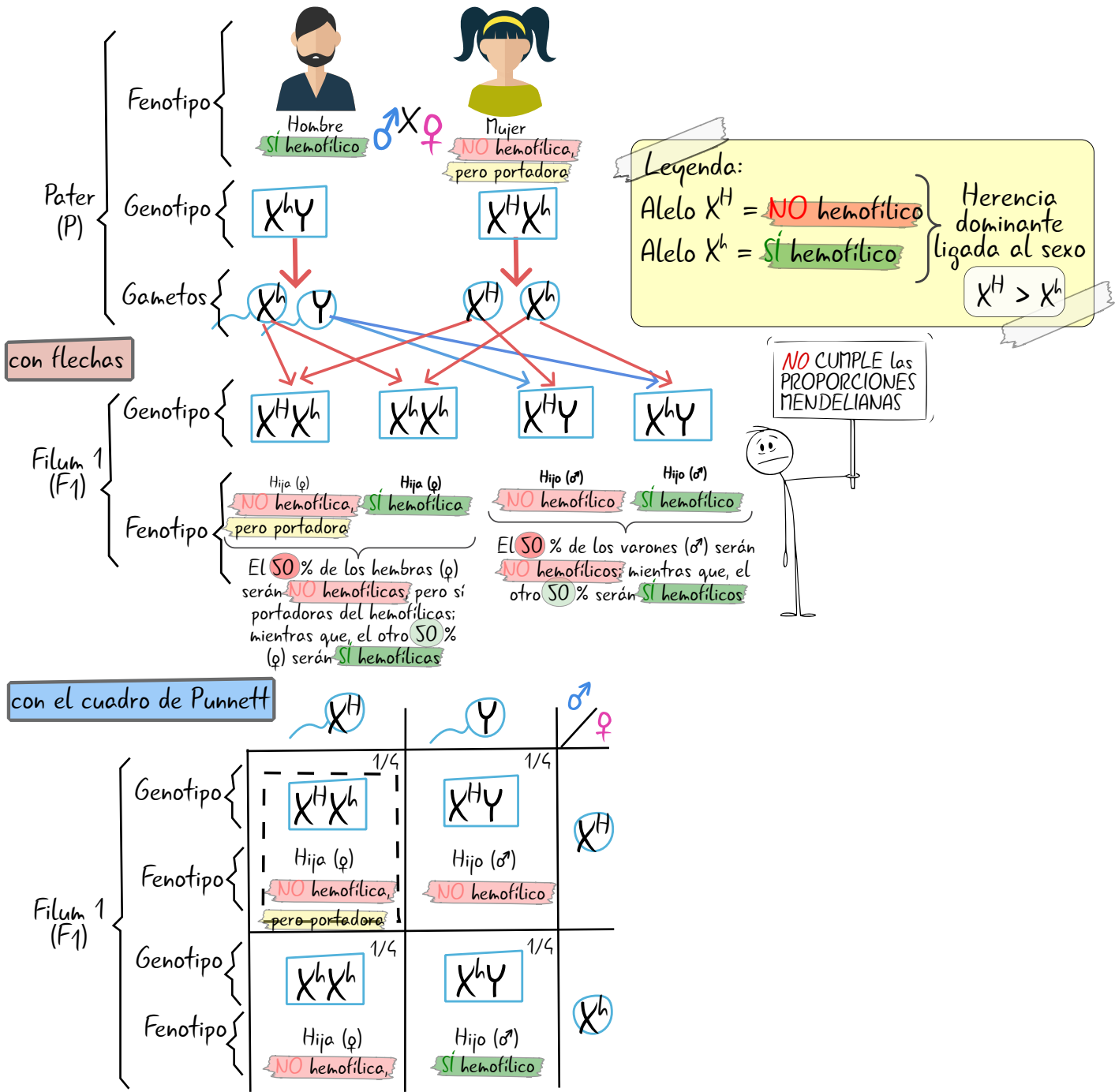


## Solución por sexos:

- Las hembras (♀) tendrán un **100 %** de posibilidades de que sean **sí daltónicas**.
- Los machos (♂) tendrán un **100 %** de posibilidades de que sean **sí daltónicos**.

# 23

Un hombre hemofílico y una mujer portadora de la hemofilia tienen un hijo ¿Cuál es la probabilidad de que su hijo sea hemofílico? Sabiendo que la hemofilia es una enfermedad ocasionada por un gen recesivo ligada al cromosoma X



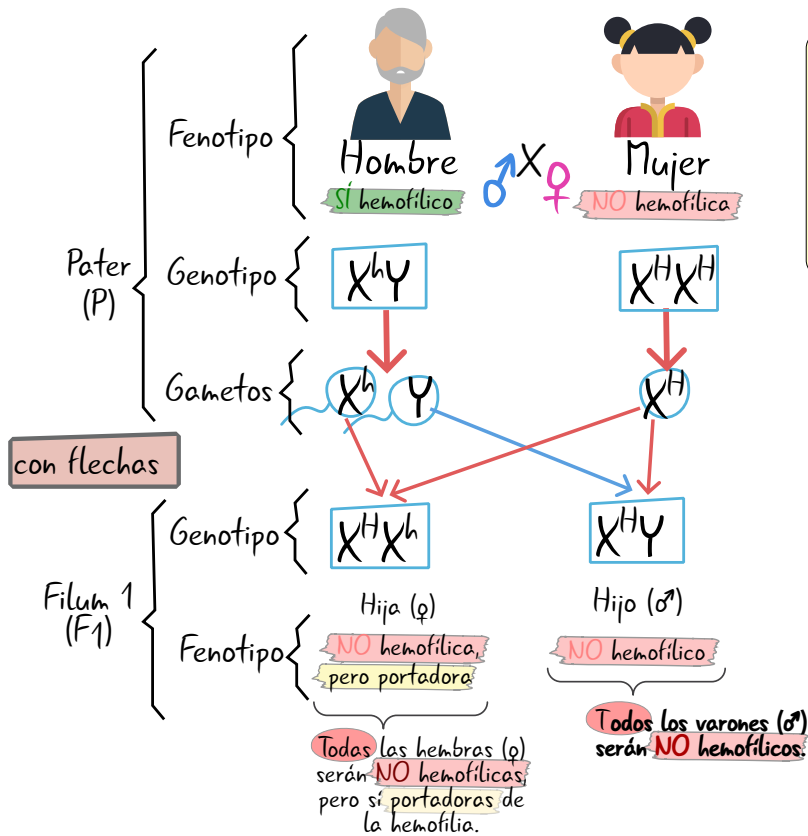
Solución por sexos:

• Las hembras (♀) tendrán un 100 % de posibilidades de que sean **NO hemofílicas**, pero el 50 % serán **portadoras** de la hemofilia.

• Los machos (♂) tendrán un 50 % de posibilidades de que sean **NO hemofílicos** y el otro 50 % de ser **SÍ hemofílicos**.

# 24

Un hombre sí hemofílico y una mujer no hemofílica tienen un hijo ¿Cuál es la probabilidad de que su hijo sea hemofílico?  
Sabiendo que la hemofilia es una enfermedad ocasionada por un gen recesivo ligada al cromosoma X



Legenda:

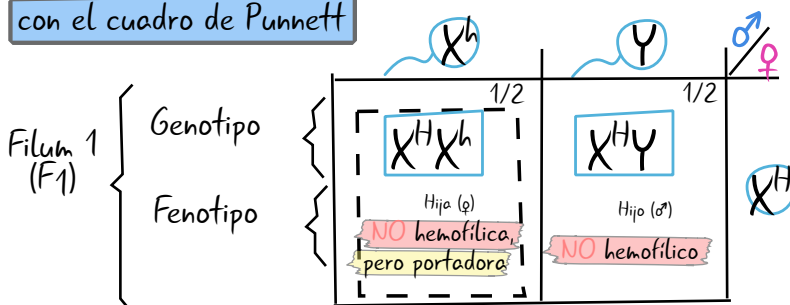
Alelo  $X^H$  = **NO hemofílico**  
Alelo  $X^h$  = **SÍ hemofílico**

Herencia dominante ligada al sexo

$X^H > X^h$



con el cuadro de Punnett



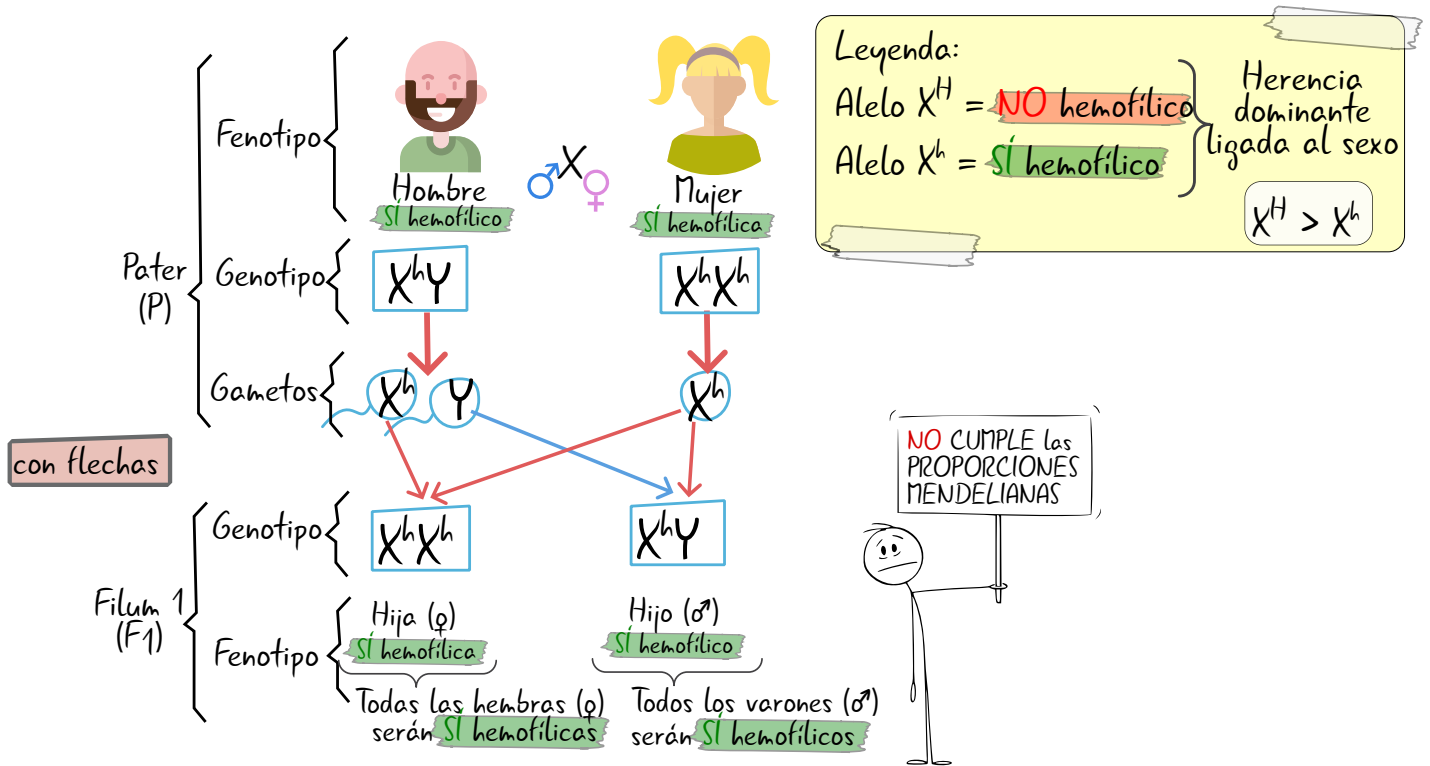
## Solución por sexos:

- Las hembras (♀) tendrán un **100 %** de posibilidades de que sean **NO hemofílicas**, pero **portadoras** de la hemofilia.
- Los machos (♂) tendrán un **100 %** de posibilidades de que sean **NO hemofílicos**.



# 25

Un hombre sí hemofílico y una mujer sí hemofílica tienen un hijo  
¿Cuál es la probabilidad de que su hijo sea daltónico? Sabiendo que la hemofilia es una enfermedad ocasionada por un gen recesivo ligada al cromosoma X



## con el cuadro de Punnett

|       |                               |                               |       |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------|
|       | $X^h$                         | $Y$                           |       |
| $X^h$ | $X^H X^h$ 4/2                 | $X^h Y$ 1/2                   |       |
|       | Hija (♀) <b>Sí hemofílica</b> | Hijo (♂) <b>Sí hemofílico</b> | $X^h$ |

### Solución por sexos:

- Las hembras (♀) tendrán un **100 %** de posibilidades de que sean **NO hemofílicas**, pero portadoras de la hemofilia.
- Los machos (♂) tendrán un **100 %** de posibilidades de que sean **Sí hemofílicos**.



# 5 Herencia influida por el sexo 🐾

La herencia influida por el sexo es un tipo de herencia donde los genes se expresan de manera diferente dependiendo del sexo del individuo. Recuerda que estos genes se pueden encontrar tanto en cromosomas autosómicos como en la parte homóloga (= lo que están en el cromosoma X e Y) de los cromosomas sexuales.

**CALVICIE**, gen autosómico donde el ...

**LONGITUD del DEDO ÍNDICE** con respecto al dedo anular, gen autosómico donde ...

... alelo calvo es dominante en hombres

$C'C'$  calvo  $CC$  no calvo

... alelo calvo es recesivo en mujeres

$CC$  no calva  $C'C'$  calva

... el alelo dedo índice más largo que el anular,  $D'$ , es recesivo en hombres

$D'D'$  índice largo  $DD$  índice corto

... el alelo dedo índice más largo que el anular,  $D'$ , es dominante en mujeres

$DD'$  índice largo  $DD$  índice corto

José Manuel Huertas Suárez 🐾

VS.

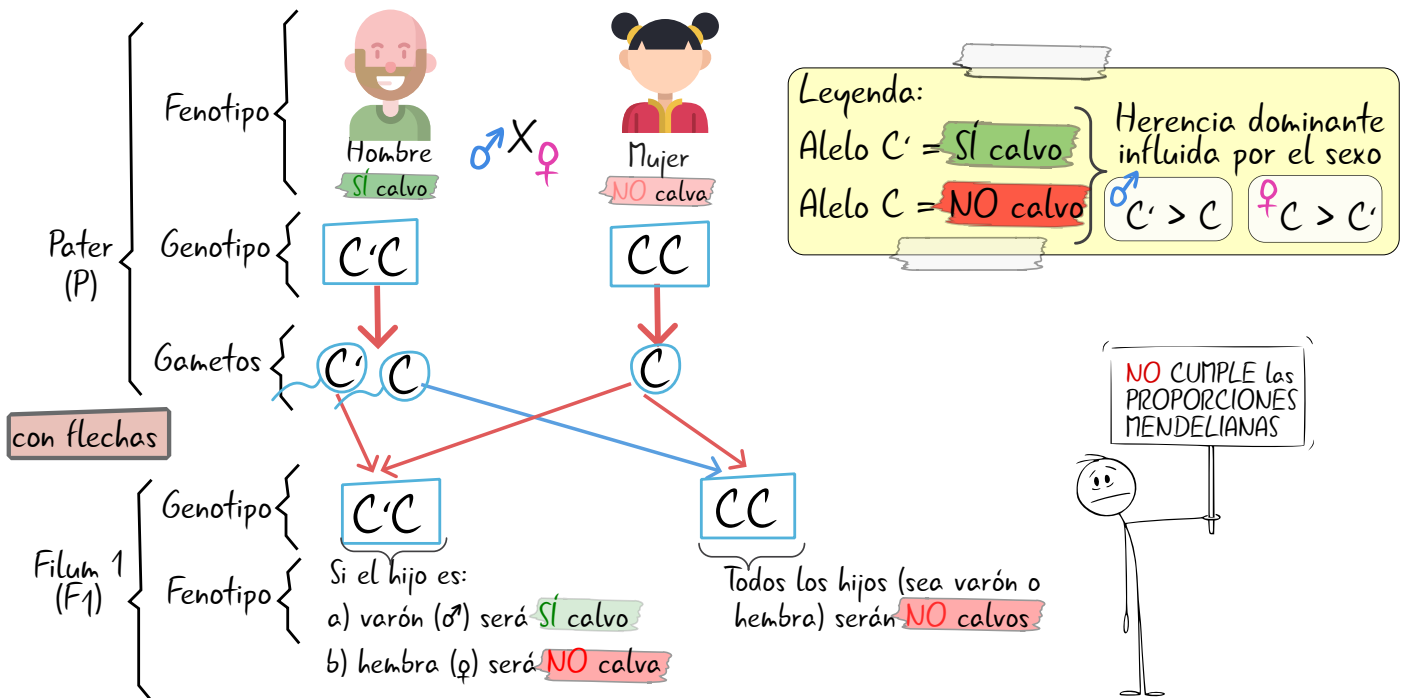
DEDO ÍNDICE MÁS LARGO QUE EL ANULAR

DEDO ÍNDICE MÁS CORTO QUE EL ANULAR

$D'$  = dedo índice más largo que el anular  
 $D$  = dedo índice más corto que el anular

# 26

Un hombre calvo heterocigótico y una mujer no calva tienen un hijo ¿Cuál es la probabilidad de que su hijo sea calvo? Sabiendo que (1) la calvicie es un gen influido por el sexo y (2) la calvicie es dominante en hombres y recesiva en mujeres



**con el cuadro de Punnett**

|                               |                                                                                                                                                      |                                                                                                                    |               |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                               | $C'$                                                                                                                                                 | $C$                                                                                                                | $\sigma/\rho$ |
| $C$                           | $C'C$ $\frac{1}{2}$                                                                                                                                  | $CC$ $\frac{1}{2}$                                                                                                 | $C$           |
| <b>Filium (F<sub>1</sub>)</b> | <p>Genotipo: <math>C'C</math></p> <p>Fenotipo: <math>\sigma \rightarrow</math> <b>Sí calvo</b><br/><math>\rho \rightarrow</math> <b>NO calva</b></p> | <p>Genotipo: <math>CC</math></p> <p>Fenotipo: Todos (<math>\sigma</math> y <math>\rho</math>) <b>NO calvos</b></p> |               |

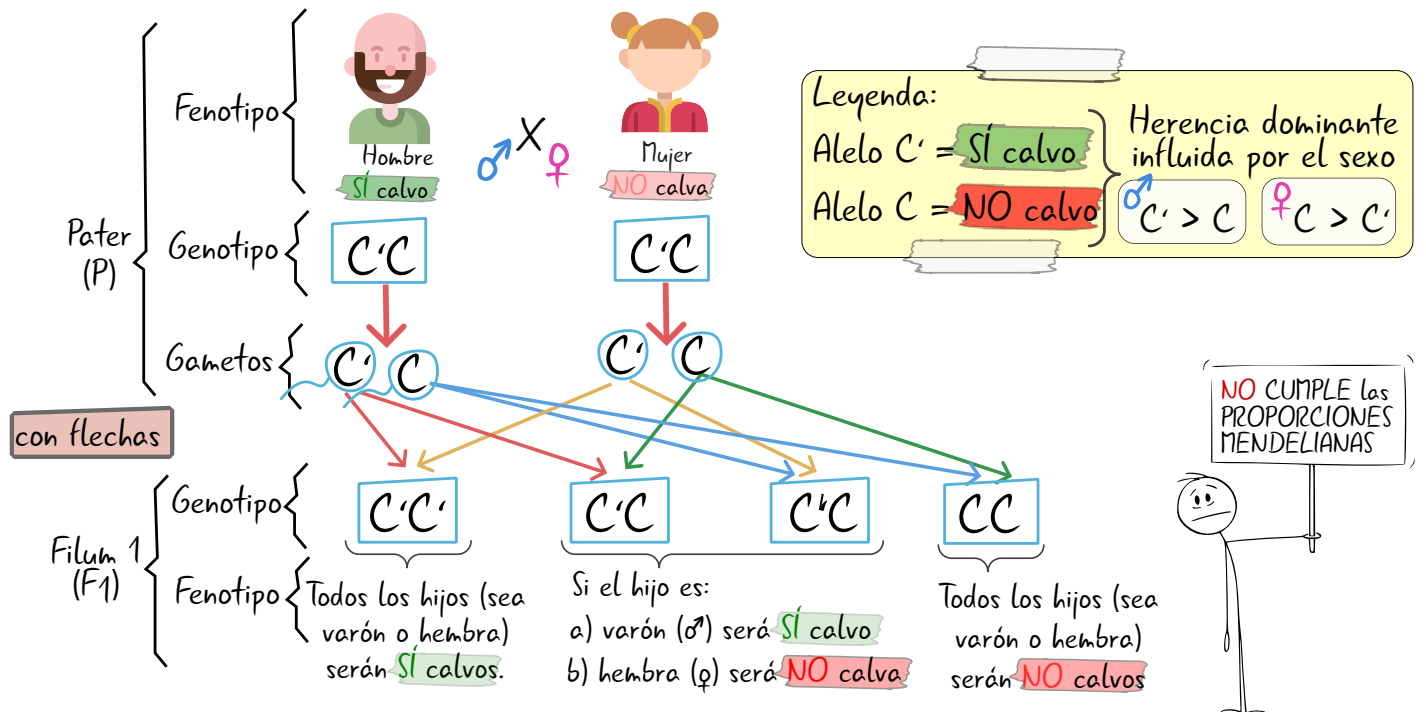
**Solución por sexos:**

- Las hembras ( $\rho$ ) tendrán un **100%** de posibilidades de que sean **NO calvas**.
- Las machos ( $\sigma$ ) tendrán un **50%** de posibilidades de que sean **Sí calvos** y un **50%** **NO calvos**.



# 27

Un hombre calvo heterocigótico y una mujer no calva heterocigótica tienen un hijo ¿Cuál es la probabilidad de que su hijo sea calvo? Sabiendo que (1) la calvicie es un gen influido por el sexo y (2) la calvicie es dominante en hombres y recesiva en mujeres



**con el cuadro de Punnett**

|             |          |                                                                                   |                                                                                  |                       |
|-------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|             |          | $C'$                                                                              | $C$                                                                              | $\text{♂} / \text{♀}$ |
| Filium (F1) | Genotipo | $C'C'$ $1/4$                                                                      | $C'C$ $1/4$                                                                      | $C'$                  |
|             |          | Todos ( $\text{♂}$ y $\text{♀}$ ) <b>Sí calvos</b>                                | $\text{♂} \rightarrow \text{Sí calvo}$<br>$\text{♀} \rightarrow \text{NO calva}$ |                       |
|             | Genotipo | $C'C$ $1/4$                                                                       | $CC$ $1/4$                                                                       | $C$                   |
|             |          | $\text{♂} \rightarrow \text{Sí calvo.}$<br>$\text{♀} \rightarrow \text{NO calva}$ | Todos ( $\text{♂}$ y $\text{♀}$ ) <b>NO calvos</b>                               |                       |

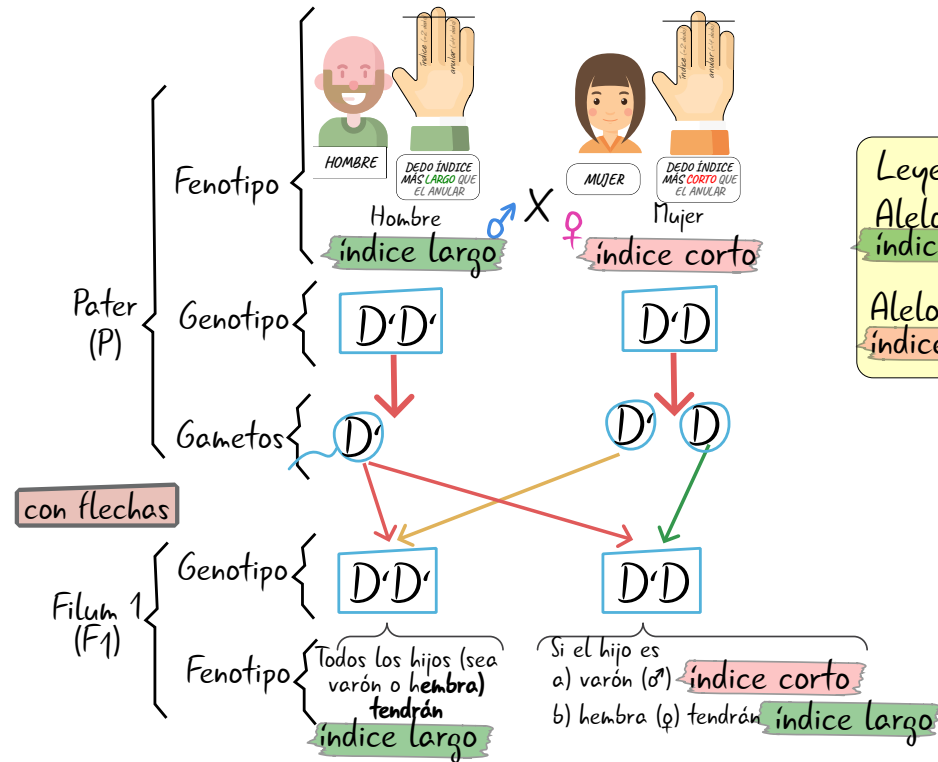
Solución por sexos:

- Las hembras ( $\text{♀}$ ) tendrán un **75%** de posibilidades de que sean **NO calvas** y un **25%** **Sí calvas**
- Las machos ( $\text{♂}$ ) tendrán un **75%** de posibilidades de que sean **Sí calvos** y un **25%** **NO calvos**



# 28

Un hombre con el dedo índice más largo que el anular y una mujer con el dedo índice más corto que el anular heterocigótica tienen un hijo ¿Cómo tendrán los dedos índices su descendencia? Sabiendo que (1) la longitud del índice respecto al anular se debe a un gen influido por el sexo que presenta un patrón de herencia de dominancia completa en hombres y recesiva en mujeres y (2) llamamos  $D'$  al dedo índice más largo que el anular



**Legenda:**

Alelo  $D'$  = dedo índice más **largo**

Alelo  $D$  = dedo índice más **corto**

Herencia dominante influida por el sexo

$\sigma^7 D > D'$     $\rho D' > D$



con el cuadro de Punnett

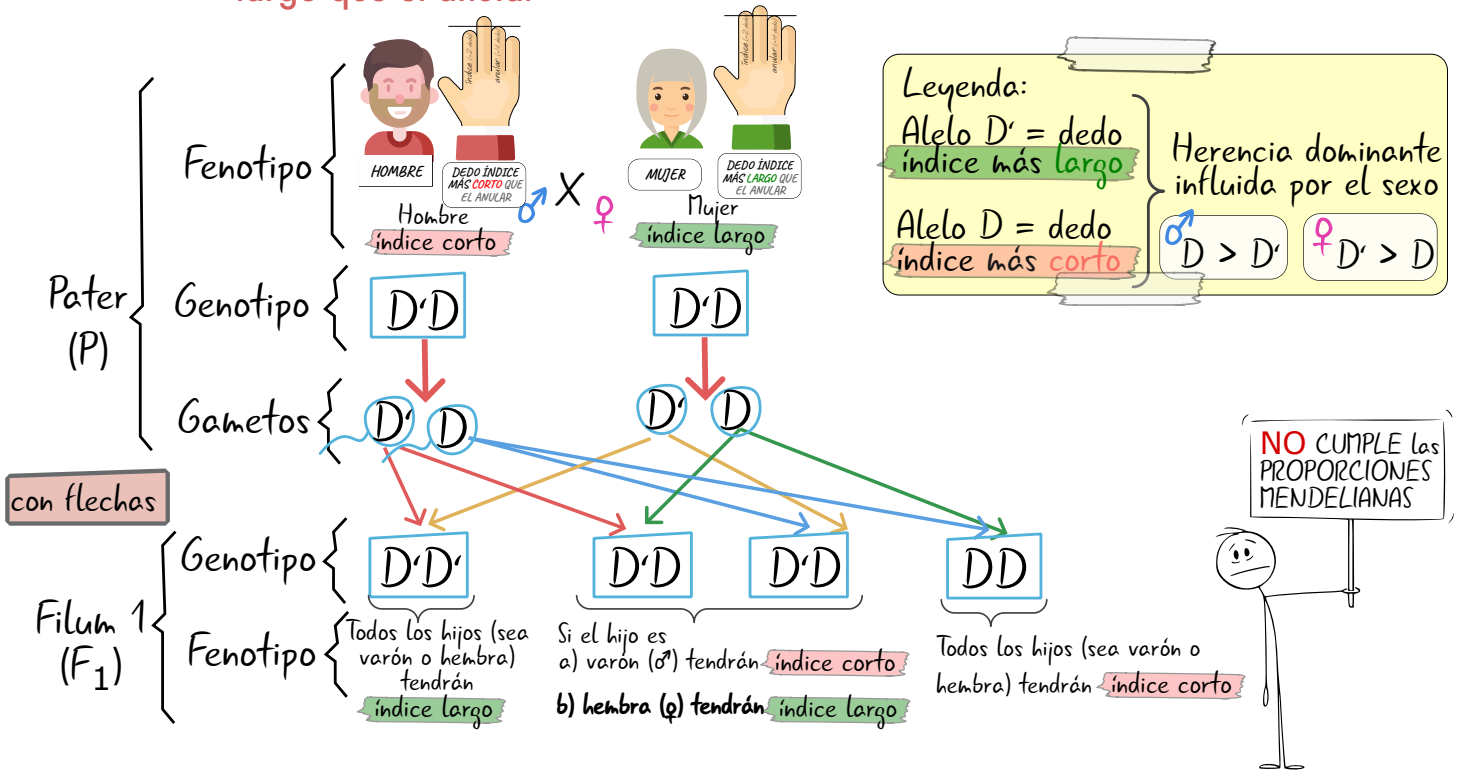
|                   |                 |                                                                                      |            |        |
|-------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
|                   |                 | $D'$                                                                                 | $\sigma^7$ | $\rho$ |
| <b>Filum (F1)</b> | <b>Genotipo</b> | $D'D'$                                                                               | 1/2        | $D'$   |
|                   |                 | Todos ( $\sigma^7$ y $\rho$ ) <b>índice largo</b>                                    |            |        |
|                   | <b>Fenotipo</b> | $D'D$                                                                                | 1/2        | $D$    |
|                   |                 | $\sigma^7 \rightarrow$ <b>índice corto</b><br>$\rho \rightarrow$ <b>índice largo</b> |            |        |

## Solución por sexos:

- Las hembras ( $\rho$ ) tendrán un **100%** de posibilidades de que tengan el **índice largo**.
- Las machos ( $\sigma^7$ ) tendrán un **50%** de posibilidades de tener el **índice corto** y un **50%** con el **índice largo**.

# 29

Un hombre con el dedo índice más corto que el anular heterocigótico y una mujer con el dedo índice más largo que el anular heterocigótica tienen un hijo ¿Cómo tendrán los dedos índices su descendencia? Sabiendo que (1) la longitud del índice dedo respecto al anular se debe a un gen influido por el sexo que presenta un patrón de herencia de dominancia completa en hombres y recesiva en mujeres y (2) alelo dedo índice corto lo llamamos  $D'$  al dedo índice más largo que el anular



## con el cuadro de Punnett

|      |       |                                                                      |                                                                      |               |
|------|-------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|
|      |       | $D'$                                                                 | $D$                                                                  | $\sigma/\phi$ |
| $D'$ | $1/4$ | $D'D'$                                                               | $D'D$                                                                | $D'$          |
|      |       | Todos ( $\sigma$ y $\phi$ ) tendrán índice largo                     | $\sigma \rightarrow$ índice corto<br>$\phi \rightarrow$ índice largo |               |
| $D$  | $1/4$ | $D'D$                                                                | $DD$                                                                 | $D$           |
|      |       | $\sigma \rightarrow$ índice corto<br>$\phi \rightarrow$ índice largo | Todos ( $\sigma$ y $\phi$ ) tendrán índice corto                     |               |

## Solución por sexos

- Las hembras ( $\phi$ ) tendrán un 75% de posibilidades con el índice largo y un 25% con el índice corto.
- Las machos ( $\sigma$ ) tendrán un 75% de posibilidades con el índice corto y un 25% con el índice largo.