

# UNIDAD 12

## Los genes y la herencia biológica

Cuando se escucha el término herencia, siempre se lo relaciona con algún bien u objeto que una persona (generalmente un padre o una madre) le deja a otra (habitualmente un hijo). Sin embargo, también se puede escuchar o leer sobre otros tipos de herencias, por ejemplo, la “herencia biológica”. En este caso, ¿cuál es el “bien” biológico que los hijos reciben de sus padres y cómo se transfiere?

Si consideras lo que leíste en las últimas dos unidades, recordarás que estuviste estudiando la estructura del ADN, su forma de replicación y la función que cumple; es decir, cómo se guarda la información que determina la formación de cada una de las proteínas de un ser vivo. También estudiaste cómo se reproducen las células y cómo se transmite la información del ADN de las células madres a las células hijas mediante los cromosomas. Todos estos temas forman parte de lo que se conoce como herencia biológica. Con estos conocimientos como base, podrás comprender mejor el mecanismo por el cual se transmiten las características heredables en distintos tipos de seres vivos.

En esta unidad, estudiarás algunas cuestiones básicas de las llamadas reglas o leyes de la herencia biológica y también casos representativos de las características que no se heredan de la manera como lo anticipan esas reglas.

### TEMA 1: LA HERENCIA SEGÚN MENDEL

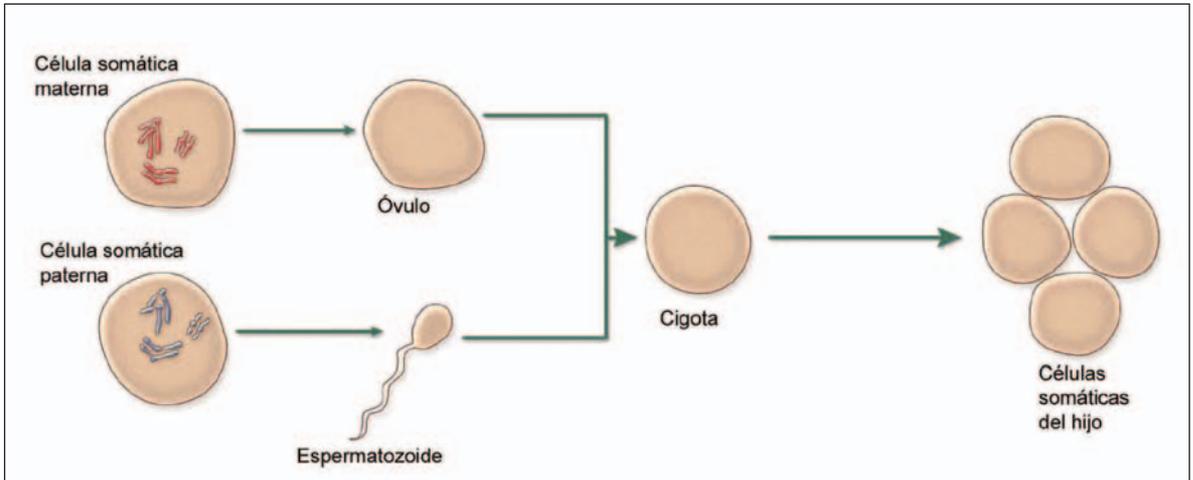
En este tema vas a estudiar las leyes de Mendel, cómo llegó a elaborarlas y cómo hoy se las reinterpretan. Este paciente monje demostró que la herencia de lo que luego se llamarían genes no es el resultado del azar, sino que responde a leyes o reglas matemáticas definidas.



### 1. Los cromosomas en la reproducción

Antes de comenzar a interpretar los descubrimientos de Mendel, harás una breve revisión de lo que ya estudiaste sobre la reproducción sexual, especialmente sobre el proceso de formación de las células reproductoras o gametas, la fecundación o formación de la cigota y lo que sucede con los cromosomas en estos dos procesos.

a) En el siguiente esquema se representa el comportamiento de los pares de homólogos durante los procesos relacionados con la reproducción de células eucariotas. Copialo más grande en tu carpeta ya que luego vas a trabajar con él. Copiá también el epígrafe que figura debajo del esquema.



Al hacer el cariotipo de células de organismos eucariotas, se pueden reconocer cromosomas con características semejantes y disponerlos de a pares. Esos mismos pares de cromosomas, denominados homólogos, se aparean, se entrecruzan y luego se separan naturalmente en la meiosis, que es la división celular relacionada con la reproducción de la mayoría de las especies de organismos con células eucariotas (con núcleo).

b) Leé el texto siguiente y luego completá el esquema que copiaste en tu carpeta, poniendo los cromosomas que le corresponden a cada tipo de célula y rótulos sobre las flechas que indican los distintos procesos.

### • • • Homólogos, ¿juntos o separados?

En general, en la mayoría de los seres vivos eucariotas, la reproducción sexual conlleva la unión de dos células haploides llamadas **sexuales** o **gametas** (en los animales, se denominan espermatozoide y óvulo). Su unión forma una célula llamada **cigota**. En la mayoría de las especies, se fusionan las gametas que provienen de dos individuos diferentes.

En los animales y plantas, las células somáticas o del cuerpo de un organismo (es decir, las que no son gametas) normalmente contienen dos copias de cada cromosoma, denominado par homólogo; por eso se dicen que son diploides. Los pares de cromosomas homólogos de un individuo comienzan a existir luego de la fecundación, cuando se forma la cigota que le da origen al éste. Uno de los homólogos del par proviene de la gameta materna o femenina y el otro de la gameta paterna o masculina.

Pero, ¿cómo se comporta el par homólogo en la multiplicación celular? Durante la mitosis (o multiplicación celular conservativa) cada cromosoma homólogo se autoduplica independientemente del otro. Como producto de la duplicación, se forman dos cromátidas hermanas que se separan y cada una va a formar parte de una célula hija, como un cromosoma simple.

Así, las dos células hijas poseen un representante de todos y cada uno de los cromosomas y número cromosómico  $2n$  (diploide).

Durante la meiosis (o formación de gametas o multiplicación celular reduccional), los cromosomas homólogos (cada uno con sus dos cromátidas) se reconocen y se aparean, y se produce un entrecruzamiento que provoca intercambio de trozos o recombinación entre cromátidas de cromosomas homólogos. Luego, los homólogos se separan y, finalmente, cada cromátida se independiza, de modo que cada una va a formar parte del núcleo de una de las cuatro células hijas como un cromosoma simple. Así, cada célula producida en este tipo de multiplicación tiene sólo un representante de cada par de homólogos y un número cromosómico  $n$  (haploide).

- c)** Mirando tu esquema, respondé a las siguientes preguntas y escribí las respuestas en tu carpeta.
1. ¿Cuántas cromátidas observás en cada cromosoma de las células somáticas de los padres? ¿Se supone que el ADN está duplicado o no? Fundamentá tu respuesta.
  2. ¿Cuáles de los tipos de células son el producto de la meiosis? ¿Y el de la mitosis cuál es? Fundamentá tu respuesta.
  3. ¿Cuántos pares de cromosomas homólogos tienen las células somáticas de los padres? Entonces, ¿qué número cromosómico  $2n$  presenta la especie a la que pertenecen esos individuos? Anotá tus respuestas al lado de las células correspondientes de tu esquema.
  4. ¿Cuál es el número  $n$  de esa especie? ¿A qué células corresponde  $n$  como número de cromosomas? Anotá el valor de  $n$  en el esquema que copiaste al lado de las células que corresponda.
  5. ¿Qué número cromosómico tienen las células somáticas del hijo? ¿Es igual o diferente al del número presente en la cigota? ¿Y al número presente en las células somáticas de los padres?
  6. ¿Qué proceso produce una célula en la cual se restituye el número cromosómico  $2n$  de la especie?
  7. ¿Qué proceso mantiene igual el número cromosómico en todas las células somáticas de un individuo?

Ahora que repasaste y recordás el comportamiento de los cromosomas, tanto en la mitosis como en la meiosis, te será sencillo comprender las reglas o leyes de Mendel.



## 2. El trabajo de Mendel con las arvejas

Cuando Mendel realizó sus descubrimientos, los investigadores no tuvieron en cuenta sus hallazgos. Murió antes de que se reconociera su trabajo. Recién en 1900, tres científicos de distintas partes del mundo, que trabajaban en forma independiente, llegaron casi al mismo tiempo a las mismas conclusiones a las que Mendel había llegado casi cincuenta años antes. En esta actividad, vas a conocer cómo trabajó el naturalista austríaco hasta formular las leyes que hoy llevan su nombre y vas a estudiar la Primera ley de Mendel.

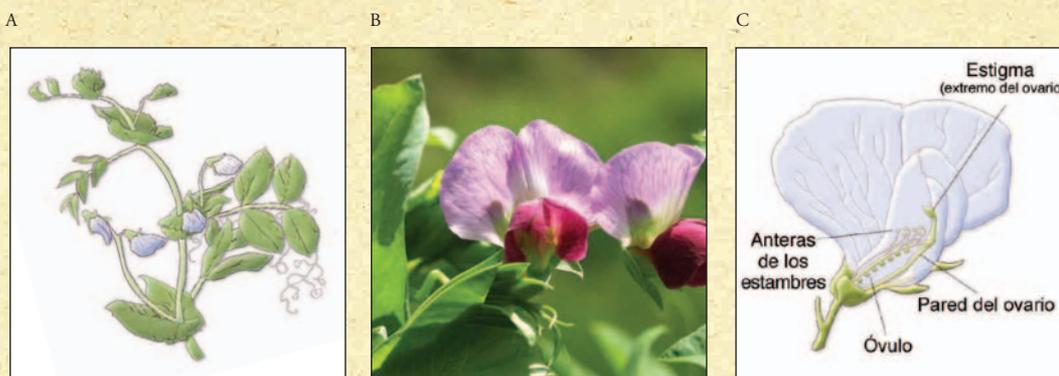
- a)** Leé atentamente el siguiente texto. Luego resolvé las preguntas que figuran al final; te ayudarán a revisar y comprender las ideas fundamentales.

• • • Factores hereditarios que desaparecen en los hijos y reaparecen en los nietos

Gregor Mendel ingresó muy joven a un monasterio. Allí, la tranquilidad del lugar y su inspiradora curiosidad lo llevaron a realizar observaciones meticulosas sobre las plantas: el color de las flores y de los frutos o la textura de sus semillas, así como la altura de los tallos. Para sus investigaciones, eligió las arvejas (*Pisum sativum*) como plantas modelo de sus análisis de la herencia. También se centró en las características hereditarias que se pudieran observar con facilidad y fueran claramente opuestas. Para realizar sus experimentos de cruzamiento, Mendel utilizó siete características hereditarias.

Semillas		Flores	Frutos		Tallos	
Aspecto	Color de cotiledones	Color	Aspecto	Color	Ubicación de las flores	Longitud
						
Grises y lisas	Amarillas	Blancas	Inflados	Amarillos	En las uniones con las hojas	Largos (1,8 a 2 m)
						
Blancas y rugosas	Verdes	Púrpura	Contraídos	Verdes	En los extremos de las ramas	Cortos (0,2 m a 0,4m)

Características hereditarias tomadas por Mendel para sus experimentos de cruzamientos. La imagen muestra el aspecto de la planta de arvejas y la estructura de las flores.



Como se observa en la foto B y en el esquema C las flores de las arvejas presentan los cinco pétalos con una organización particular: un pétalo es grande, con forma de mariposa (estandarte), además, se encuentran dos pétalos laterales (alas) y dos centrales, más o menos soldados (la quilla). Esta estructura soldada deja encerrados a los órganos reproductores (estambres, masculinos, y ovario, femenino). Por eso, en estas flores, el polen que se produce en las anteras de los estambres, cuando cae sobre el estigma o extremo superior del ovario, fecunda a los óvulos de la misma flor, es decir, que naturalmente se produce una **autofecundación**.

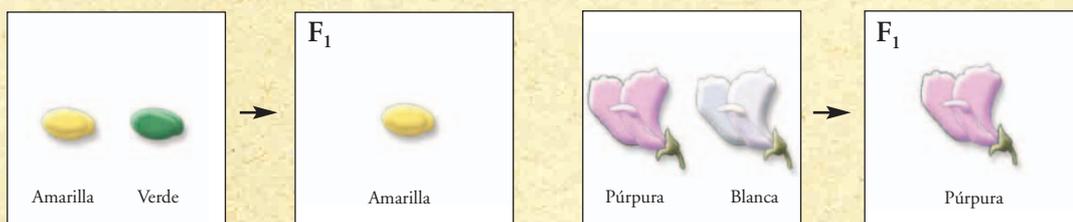
El propósito de Mendel fue cruzar diferentes plantas de arvejas con ciertas características, que eran las que deseaba estudiar. Para lograrlo, realizó el siguiente procedimiento:

1. Extirpaba los estambres de las flores, por ejemplo de una planta que producía semillas amarillas, teniendo cuidado especial en retirar las anteras donde se produce el polen. Así, impedía la autofecundación.
2. Luego envolvía cada flor sin estambres con un capuchón de papel suave, para evitar la llegada de polen de otra flor.
3. Seguidamente, extirpaba los estambres de las flores de plantas que daban semillas verdes.
4. Por último, retirando el capuchón protector, solo en esa ocasión, depositaba esos estambres con sus anteras cargadas de polen sobre el estigma que conduce al ovario de las flores de las plantas productoras de semillas amarillas. Así, se producía la fecundación y, en consecuencia, los óvulos se transformaban en semillas dentro del ovario que maduraba en frutos con forma de vaina.
5. A medida que las vainas crecían, las recogía y guardaba hasta el momento de la siembra. Cuando las semillas se desarrollaban, podía observar los resultados de su cruzamiento.

### La primera generación

Durante años, Mendel cruzó centenares de plantas hasta obtener las llamadas **líneas puras** o **variedades**. Se trata del conjunto de ejemplares que al ser cruzados entre sí siempre dan descendencia que mantiene sus mismas características.

Posteriormente, se le ocurrió ver qué pasaba si cruzaba plantas de líneas puras diferentes para una característica o factor hereditario. Así, cruzó ejemplares que siempre daban flores blancas con otros de la línea pura de flores púrpuras. Lo mismo hizo para las características de los cotiledones de las semillas: cruzó plantas que sólo daban semillas de cotiledones amarillos con otras que únicamente producían semillas con cotiledones verdes. Como resultado de estos cruzamientos, observó que en la descendencia o primera generación, también llamada **filial 1** (*fili* en latín significa “hijos”) o  $F_1$ , desaparecía una de las alternativas. En el primer caso todas las plantas hijas tuvieron flores púrpuras y en el segundo cruzamiento todas las plantas hijas dieron semillas con cotiledones amarillos. Llamó **dominante** a la característica o factor hereditario que aparecía en la primera generación. Entonces, concluyó que para el color de las flores, el color púrpura es dominante sobre el blanco y para las semillas, el amarillo domina sobre el verde.



Del cruzamiento de plantas con ambos colores de semillas se forman plantas con 100% de semillas amarillas.

Del cruzamiento de plantas con ambos colores de flores se forman plantas con 100% de flores púrpuras.

### La segunda generación

Mendel repitió muchas veces los cruzamientos y siempre la  $F_1$  era uniforme. Decidió entonces obtener una **segunda generación** o **filial 2** ( $F_2$ ), dejando que las plantas obtenidas de la filial 1 ( $F_1$ ) se autofecundaran.

Y se llevó una sorpresa. La variante o factor hereditario que había desaparecido en la primera generación, volvió a aparecer entre las plantas hijas de la segunda generación. Pensó, entonces, que los factores hereditarios que no habían aparecido en la  $F_1$ , de alguna manera debían estar ocultos y aunque no se habían manifestado quedaban en suspensión o receso. Por eso, llamó **factores recesivos** a los factores hereditarios que quedan encubiertos en la  $F_1$  y reaparecen en la  $F_2$ . Así, el color blanco de las flores y el verde de las semillas son dos características o factores hereditarios recesivos.

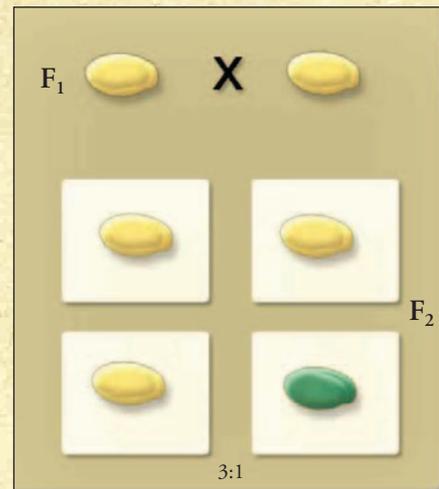
Otra observación importante de Mendel en la segunda generación fue sobre las proporciones de las plantas (individuos o ejemplares) que mostraban factores recesivos y dominantes para cada característica que estudió. Vio que en la  $F_2$  siempre aparecía un 75% con la característica dominante y un 25% con el factor recesivo, es decir, tres dominantes por cada recesivo, que en notación matemática se expresa 3:1. Repitió varias veces las experiencias y siempre los datos obtenidos se mantuvieron con las mismas proporciones.

La explicación de Mendel para esta situación fue que todo individuo presenta, para cada rasgo o característica hereditaria, un par de factores hereditarios que se separan o segregan durante la formación de las gametas, y cada uno es independiente del otro.

Con esa idea, opuesta a la de la herencia por mezcla de las características de los padres, Mendel enunció su **Primera ley** o **Principio de la uniformidad de la primera generación filial**, que expresó del siguiente modo: “En los individuos de dos líneas puras distintas, para cierta característica, cada uno tiene los dos factores hereditarios iguales (los dos recesivos o los dos dominantes). La única posibilidad para la descendencia es que cada hijo herede un factor dominante de un progenitor y un factor recesivo del otro. Por eso, en la primera generación, todos los individuos, uniformemente, muestran las cualidades del factor dominante”.

		♂ polen	
		R	r
♀ óvulos	R	RR 	Rr 
	r	Rr 	rr 

La autofecundación de las plantas de flores púrpuras produjo plantas con flores púrpura, pero también algunas plantas con flores blancas, en una proporción de 3 a 1 (3:1).



La autofecundación de las plantas de semilla amarilla dio como resultado una proporción de 75% de plantas con semillas amarillas y 25% con semillas verdes, es decir 3 a 1.



1. ¿Qué proceso impedía Mendel en las plantas de arvejas cuando hacía su tratamiento en las flores? ¿Qué lograba?
2. Así como las líneas puras en las plantas se denominan variedades, en los animales reciben el nombre de razas. Éstas son muy conocidas en especies de animales domésticos. Buscá ejemplos de líneas puras o razas de diferentes especies de animales domésticos. También buscá ejemplos de variedades de alguna especie de plantas de cultivo. Escribí los ejemplos en la carpeta.
3. ¿Cuándo se dice que un factor hereditario es dominante y cuándo se lo llama recesivo? Respondé a está pregunta utilizando las expresiones: filial 1 o primera generación y filial 2 o segunda generación. Escribí tus definiciones en la carpeta.
4. Además del color de las flores y el de los cotiledones, Mendel estudió otros cinco factores hereditarios que figuran en el cuadro del texto “Factores hereditarios que desaparecen en los hijos y reaparecen en los nietos”, que leíste anteriormente. Buscá en los libros de Ciencias Naturales, en el capítulo sobre la herencia, cuáles son los factores dominantes y cuáles los recesivos para cada par y anótalos en un cuadro en tu carpeta.
5. Decí si la siguiente afirmación es verdadera o falsa y justificá tu decisión.

Los factores hereditarios desaparecen en los hijos y reaparecen en los nietos.

A partir de sus experimentos, Gregor Mendel recolectó una inmensa cantidad de datos que le permitieron elaborar deducciones y en 1866 publicó un extenso informe que envió a más de cien organismos científicos de todo el mundo. Ninguno tuvo en cuenta ese trabajo. Sólo medio siglo más tarde, a la luz de los conocimientos sobre los cromosomas, sus resultados fueron reinterpretados.

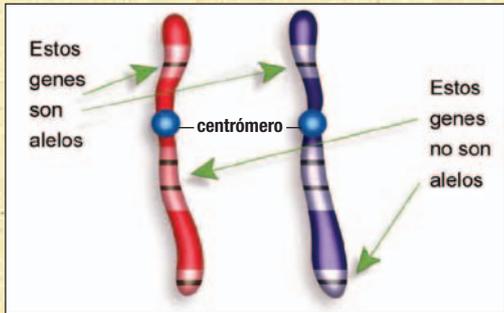
- b)** Vas a analizar la primera Ley de Mendel, pensando en el comportamiento de los pares de cromosomas homólogos durante la meiosis. Leé el siguiente texto y copió los esquemas correspondientes con sus epígrafes en tu carpeta. Luego resolvé los problemas que aparecen a continuación.

### • • • Genes dominantes y recesivos

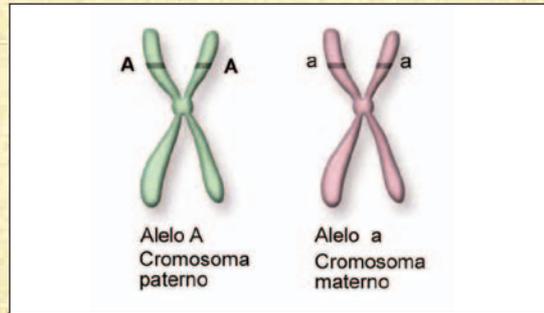
Años después de que Mendel realizara sus descubrimientos, algunos científicos redescubrieron sus trabajos y los retomaron. A partir de las nuevas investigaciones, los pares de factores hereditarios de Mendel se redefinieron como **genes alelos**, es decir, como segmentos de ADN que se encuentran en la misma posición, en ambos cromosomas homólogos, y que participan en la determinación de una característica, rasgo o carácter hereditario, que en la actualidad sabemos que es un tipo particular de proteína.

Los genes alelos ocupan el mismo lugar o **locus** en cada cromosoma del par homólogo. Estos cromosomas se separan en la meiosis y forman variantes de gametas. Durante la fecundación (la unión de dos gametas, generalmente, con diferente procedencia) los pares homólogos con sus alelos vuelven a juntarse y forman los pares de alelos. Así, en general, uno de los alelos de cada par siempre proviene de la madre y el otro del padre.

Si, para una característica determinada, los alelos recibidos del padre y de la madre son iguales, se dice que el organismo es **homocigota** (“homo” significa “igual”). Si los alelos son distintos, se dirá que el individuo es **heterocigota** (“hetero” significa “distinto”) para ese rasgo. Este es el caso que se representa en el esquema siguiente: el individuo es heterocigota, porque presenta alelos diferentes: A y a, es decir el par Aa.



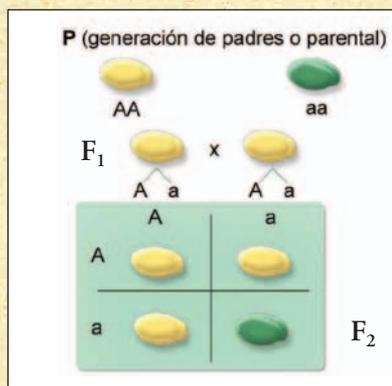
Genes alelos y no alelos en cromosomas homólogos simples.



En un par de cromosomas homólogos duplicados, se indican en ambas cromátidas los alelos para una característica. En este caso, el genotipo es heterocigota: Aa.

Cuando los dos alelos iguales son dominantes, se dice que el individuo es **homocigota dominante para esa característica**, y el par se representa con dos letras mayúsculas, para el caso del gen A, sería AA. Si ambos alelos son recesivos, se dice que el individuo es homocigota recesivo para esa característica; entonces se representa el par de alelos con dos letras minúsculas, en nuestro ejemplo: aa. Cada una de las distintas posibilidades de combinación de los alelos recibe el nombre de **genotipo**.

A continuación se representan los alelos y los genotipos según el color de las semillas de las arvejas que les otorgó Mendel al realizar el cruzamiento de plantas.



El conjunto de manifestaciones perceptibles del genotipo se la llama **fenotipo**. Por ejemplo, en las semillas hay dos fenotipos según el color: el amarillo, corresponde al genotipo homocigota dominante AA y al heterocigota Aa, y el verde debido a la manifestación del genotipo homocigota recesivo aa. En la segunda generación (F<sub>2</sub>) cada tres semillas con fenotipo amarillo hay una con fenotipo verde.

- Indicá los genotipos de las cuatro semillas que aparecen en el cuadro de cruzamiento que da la  $F_2$ . Escríbelos debajo de cada una en el esquema que copiaste en tu carpeta.
  - ¿Un determinado fenotipo corresponde siempre al mismo genotipo? Da ejemplos que fundamenten tu respuesta.
- Hacé lo mismo para los alelos **R** y **r** que determinan el color de las flores. Buscá el cuadro relacionado con esa característica que aparece en el texto de esta actividad después del subtítulo “**La segunda generación**”.
  - ¿Cuál es el genotipo de las plantas con flores blancas y cuál el de las que tienen flores púrpuras?
- El color blanco de la lana de las ovejas se debe a un alelo dominante (**B**), mientras que el color negro de la lana está determinado por su alelo recesivo (**b**).
  - Si se cruzan un macho y una hembra blancos, no de líneas puras, sino heterocigotas, ¿cuál será el genotipo de los padres? Representá ese cruzamiento en un diagrama o cuadro como el siguiente. ¿Cuántas gametas diferentes puede producir cada padre? Expresá en porcentajes los fenotipos probables.

Gametas femeninas \ Gametas masculinas		



Si fuera posible, completá el cuadro en grupo y luego comparen la respuesta que elaboró cada uno. De este modo, podrán compartir sus razonamientos y ayudarse a corregir los errores, si fuera necesario.



### 3. Estudio de proporción de alelos de algunas características humanas

Para comprender mejor los conceptos de genotipo y fenotipo vas a realizar una comprobación experimental sobre las características hereditarias, ya no de arvejas ni de las ovejas, sino de las personas. Es importante que recuperes la idea de la primera ley de Mendel, según la cual en la trasmisión de los genes (las características hereditarias), estos mantienen su individualidad al transmitirse de una generación a otra.

- Para realizar esta comprobación, seguí los pasos siguientes. Leelos primero todos de corrido antes de ponerte a trabajar.



**Paso 3.** Encuestá a alrededor de 30 personas, incluíte a vos mismo, y a los alumnos y docentes de tu escuela, tu grupo familiar y otras personas que conozcas, hasta llegar a tener aproximadamente ese número individuos. Cuantas más personas encuestes, más cercanos a la realidad serán los resultados que dará tu investigación. Aunque parecen muchas personas las que debés encuestar, 30 es un número pequeño para un trabajo estadístico como el que vas a realizar, por eso si podés encuestar más gente, tanto mejor. Registrá los datos obtenidos en la tabla.

**Paso 4.** Calculá los porcentajes sobre el total de la población estudiada, para cada uno de los rasgos. Aquí se incluye un ejemplo de cómo hacer el cálculo de %.

Total de personas encuestadas: 32 = 100% de la población de datos o muestra.

Cantidad de personas con lóbulo suelto: 24.

$$\text{Porcentaje de personas con lóbulo suelto: } \frac{24 \times 100}{32} = 75\%$$

El 75% de las personas encuestadas tiene el lóbulo de la oreja despegado o suelto.

**Paso 5.** Realizá un informe con los resultados de los porcentajes obtenidos de cada característica o rasgo humano estudiado y, como conclusión, respondé a la siguiente pregunta y fundamentala.

- Para cada característica hereditaria investigada, ¿qué fenotipos aparecen con mayor porcentaje en tu población de individuos encuestados, los dominantes o los recesivos? ¿De qué fenotipos podrías asegurar el genotipo? Fundamentá tu respuesta.



**b)** Si fuera posible, compartí con tus compañeros los datos que encuentres. Pueden conversar sobre cómo les resultó a cada uno realizar este relevamiento, las diferencias y similitudes entre las poblaciones encuestadas, etc. Ya que el número de personas encuestadas es pequeño para una investigación de este tipo, los datos de todos servirán para enriquecer la información encontrada.



## 4. Segunda ley de Mendel

Con esta actividad vas a estudiar la segunda regla o ley que encontró Mendel y su interpretación con la teoría cromosómica.

**a)** Leé el siguiente texto.

### • • • Con dos características al mismo tiempo

Mendel, experimentó además con plantas de líneas puras para dos características al mismo tiempo. Por ejemplo, cruzó plantas que daban semillas de color amarillo o verde y que presentaban una textura lisa o rugosa. Actualmente, los genetistas dirían que cruzó plantas de fenotipo “semillas amarillas y lisas” y de genotipo “homocigota dominante” (AALL) con plantas de fenotipo “semillas verdes y rugosas” y genotipo “homocigota recesivo” (aall). Con los resultados de sus investigaciones, Mendel enunció su segunda regla o ley.



**b)** Buscá en los libros de Ciencias Naturales de la biblioteca, el tema de la herencia mendeliana. Leé sobre los cruzamientos que realizó Mendel, que le permitieron enunciar la Segunda Ley. Leé con atención los cuadros de doble entrada que muestran la probabilidad con que se pueden esperar los diferentes fenotipos y genotipos, relacionados con el color y la textura de las semillas de las plantas de arvejas. Luego resolvé las siguientes consignas.

1. Anotá los genotipos de las plantas parentales. ¿Qué fenotipos tuvieron las semillas de las plantas obtenidas en la primera generación o filial 1? ¿En qué porcentajes o proporciones? ¿Cuáles eran sus genotipos?
2. La siguiente tabla muestra las características de las semillas, es decir, sus fenotipos y las cantidades de estos, encontradas por Mendel para la segunda generación o  $F_2$ . Copiá la tabla en tu carpeta y completala con los genotipos. Controlá que todos los datos coincidan con los que aparecen en el cuadro de doble entrada que hayas encontrado en los libros.

Características de las semillas (fenotipos)	Proporción del fenotipo sobre total	Cantidad de diferentes genotipos	Genotipos (combinación de alelos)
Amarillo liso	9	1 4 2 2	
Amarillo rugoso	3	1 2	
Verde liso	3	1 2	
Verde rugoso	1	1	

3. La segunda ley de Mendel también se llama *Principio de independencia de los pares de alelos*. Explicá por qué lleva este nombre.

4. En una especie de ratones, el gen para el pelaje oscuro (**O**) es dominante sobre el gen para el pelaje albino (**o**). Otro gen dominante determina que los bigotes de los ratones sean rectos (**R**) mientras que su alelo recesivo (**r**) determina los bigotes caídos. Del cruzamiento de un macho **OORR** con una hembra **oorr**, ¿qué probabilidad existe de obtener ratones de pelaje albino y bigotes caídos? ¿Y si ambos ratones que se cruzan, son **OoRr**?



Para resolver este tipo de problemas, te conviene hacer un cuadro de doble entrada, similar al que copiaste sobre la herencia simultánea de dos características de las semillas de arvejas. Este modo de anotación te permitirá observar mejor los datos y sacar conclusiones.

Analizando los trabajos de Mendel pudiste interpretar cómo se transmiten algunas características hereditarias o genes de una generación a otra. Pero a partir del análisis estadístico de muchas características hereditarias de diferentes especies de seres vivos se sabe que no todos los genes se comportan según lo anticipan las leyes de Mendel.

## TEMA 2: CUANDO NO RIGEN LAS LEYES DE MENDEL

¿Cómo son las características de los individuos o fenotipos para los genes que no se comportan como lo prevén las leyes de Mendel? En el siguiente tema analizarás algunos casos de herencia no mendeliana.



### 5. Herencia no mendeliana de genes de organismos eucariotas

Los resultados de los trabajos realizados por Mendel, a partir de ciertas especies y de sus características hereditarias, no contradecían lo que él sostenía en sus hipótesis. Pero cuando otros investigadores utilizaron materiales distintos para sus investigaciones, llegaron a resultados diferentes. En 1900, los científicos De Vries, Correns y Tschermak redescubrieron las leyes de Mendel y encontraron las primeras excepciones a la dominancia completa.

En la actividad siguiente, vas analizar uno de los casos en los que no hay genes ni dominantes ni recesivos.

**a)** El siguiente texto trata sobre la herencia de genes que determina el color de pelaje en el ganado Shorthorn. Leelo y luego resolvé las consignas que se encuentran a continuación del texto.

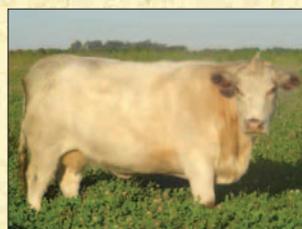
#### • • • Los vacunos rosillos o roanos

Un toro Shorthorn homocigota rojo se cruza con una vaca de la misma raza, pero homocigota blanca. Su descendencia no tiene pelaje ni rojo ni blanco, sino un color intermedio que se denomina rosillo o roano, que se forma de la mezcla de pelos blancos y rojos.

Rojo



Blanco



P

Rosillo



F<sub>1</sub>

En  $F_2$  vuelven a manifestarse el fenotipo de los progenitores.

Rojo



Rojo



$F_2$

Rosillo



Blanco



En el caso del pelaje rosillo de estos bovinos, como en otros animales y flores de colores manchados, el fenotipo del individuo heterocigota, no corresponde a ninguno de los homocigotas. Es un fenotipo distinto porque se manifiestan los dos alelos al mismo tiempo, ningún gen domina completamente al otro y la herencia se llama por **dominancia incompleta**.

Actualmente, se considera que existen genes que se comportan respondiendo a la herencia mendeliana; mientras que muchos otros quedan incluidos en la herencia no mendeliana.

Asociación Argentina de Criadores de Shorthorn

1. Mencioná una diferencia entre el caso de la herencia del color del pelaje de los ratones (herencia mendeliana) que analizaste en el problema 4 de la actividad 3 y el de la herencia del color del pelaje del ganado bovino Shorthorn (herencia no mendeliana por dominancia incompleta).

2. La herencia en organismos eucariotas cuyos genes se encuentran localizados en el par de homólogos conocido como par de cromosomas sexuales se llama **herencia ligada al sexo**. Investigá en los libros de texto de la biblioteca este caso y escribí un informe explicativo breve. Incluí un ejemplo que muestre claramente cómo se produce la herencia. Explicá en tu informe por qué la herencia ligada al sexo no se explica por las leyes de Mendel.



## 6. Casos de herencia

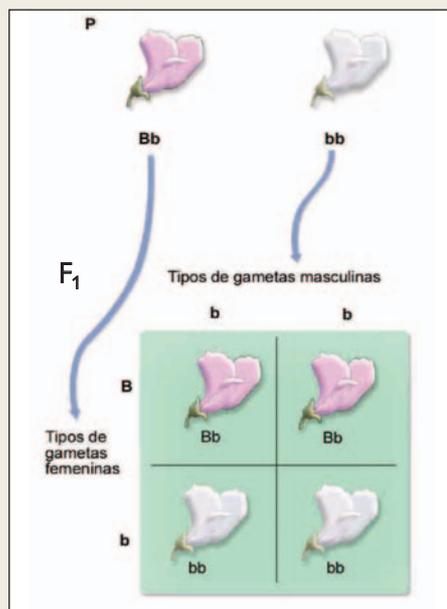
Ahora vas a aplicar lo que aprendiste sobre la herencia. Te conviene repasar todas las actividades que explican la herencia a través de las leyes de Mendel y las que explican ciertos casos en los que los genes no se comportan según lo que predicen esas reglas.

Hasta acá estudiaste que:

- Si los cromosomas son los portadores de los elementos hereditarios, o genes, entonces se puede suponer que cuando los cromosomas se separan (llevando a los genes consigo) cada cromosoma del par pasa a células diferentes. Por lo tanto, cada célula reproductiva o gameta lleva sólo un cromosoma del par, el de la madre o el del padre.
- Cuando los dos individuos que se cruzan son de dos líneas puras diferentes y entre los genes del par homólogo la dominancia es completa, el fenotipo de la descendencia es uniforme. Este fenómeno se corresponde con la primera ley de Mendel o Principio de uniformidad de la primera generación de descendientes o filial 1.
- Cuando de dos factores o genes uno de ellos se encuentra en un par de cromosomas homólogos (por ejemplo, el gen que determina si la semilla es lisa o rugosa), y el otro factor (por ejemplo, el gen que determina si el tallo es largo o corto) se halla en otro par de homólogos, durante la división celular meiótica estos genes se distribuirán en las células hijas al azar, es decir, independientemente uno del otro. Por eso, las plantas que resultan de sus posteriores combinaciones en las cigotas, tendrán semillas lisas o rugosas, independientemente de que su tallo sea largo o corto. Este resultado concuerda con la segunda ley de Mendel, también conocida como *Principio de independencia de los pares de alelos*.
- Si en el par de alelos que se analiza, un gen no es netamente dominante y otro netamente recesivo, el fenotipo de la descendencia no es el del progenitor dominante. En consecuencia, se puede deducir que tampoco se observarán los porcentajes probables de los fenotipos establecidos por la segunda ley de Mendel para la segunda generación o filial 2.

**a)** Resolvé las siguientes situaciones problemáticas analizando los casos que se presentan; tendrás que decir para cada uno de ellos, si se cumplen o no las predicciones de las reglas o leyes de Mendel.

**1.** La característica color de las flores en las plantas de arvejas se heredan según las leyes de Mendel. Analizá el siguiente esquema de un cruzamiento de plantas con flores rojas con otras de flores blancas. Comparalo con el que aparece en el texto de la actividad **2**, bajo el subtítulo “La primera generación” y explicá por qué en este caso no toda la **F<sub>1</sub>** es uniforme, es decir, por qué el total de las plantas que se obtuvieron no fue de flores púrpura, sino que sólo el 50% presentó flores púrpura. Observá con atención los fenotipos y también los genotipos de las plantas de la generación paterna y de la primera generación (**F<sub>1</sub>**). Recordá que las gametas femeninas en las plantas con flores están en los óvulos y las masculinas en el polen. El signo x indica la cruce.

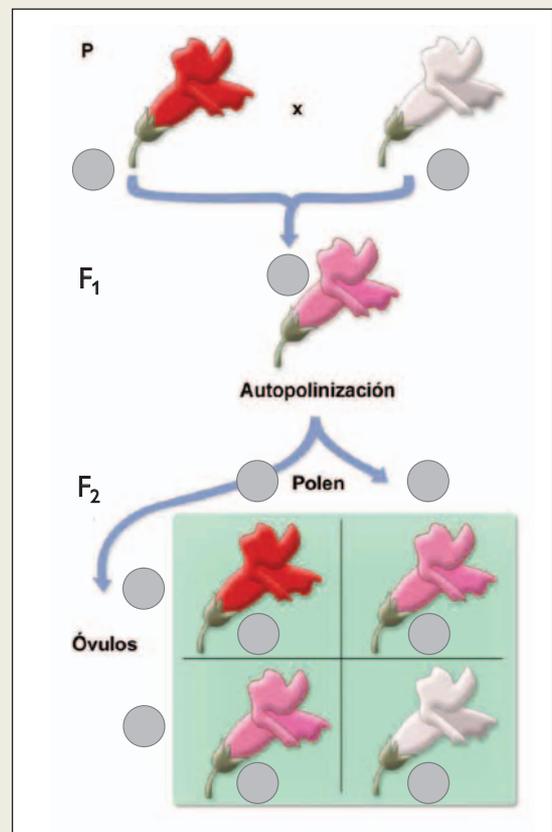


2. Se cruzaron dos perros, un macho de pelaje negro y lacio con una hembra de pelo blanco y rizado. Se obtuvo una primera generación en la que todos presentaron pelo negro y rizado. De acuerdo con este resultado, ¿este caso se rige por las reglas propuestas por Mendel? Para responder y fundamentar a esta pregunta, analizá los siguientes puntos y anotalos en tu carpeta.

- El color de pelaje (lacio o rizado) que determina el gen dominante para esa característica.
- Los genotipos probables de los progenitores y de los descendientes.

3. En el diagrama se representan los cruzamientos entre plantas de la especie *Antirrhinum majus*, llamadas popularmente “Boca de dragón” o “conejitos”.

- Copiá el diagrama en tu carpeta, esquematizando las flores con un óvalo del color correspondiente.
- Observá con atención los fenotipos de las flores de plantas paternas que pertenecen a líneas puras homocigotas y los de las plantas hijas del primer cruzamiento ( $F_1$ ).
- Para cada uno, escribí su genotipo dentro de los círculos grises del esquema que copiaste.
- Luego, escribí, en los círculos grises correspondientes, los genotipos que llevan las gametas y, por último, los de las plantas que se obtendrían en la segunda generación ( $F_2$ ).
- ¿El color de las flores “conejitos” sigue las reglas de la herencia mendeliana o no? Fundamentá tu respuesta.



b) Explicá en un texto breve qué es la autopolinización, cómo lograba Mendel evitarla en las flores de arveja y por qué lo hacía.



## 7. Un experimento famoso sobre el origen de la vida

Una de las actividades con las cuales estudiarás las ideas sobre el origen de la vida incluye un experimento similar al que realizó un famoso médico Italiano del siglo XVII cuyos resultados sólo se observan luego de por lo menos dos o tres semanas de haberlo iniciado.



Para entender un protocolo, primero es mejor leerlo completo y luego comenzar a realizarlo paso a paso.



- Tres frascos de vidrio, uno con su tapa hermética.
- Plastilina para sellar la tapa del frasco.
- Una bandita elástica.
- Unas gotas de agua limpia.
- Un trozo de gasa, de tul o de una media de nylon de mujer (en desuso, pero limpia) que cubra la boca del frasco.
- Tres cubitos de carne cruda de alrededor de 1 cm de lado.



- a) Seguí los pasos del siguiente instructivo o protocolo, como se denomina en ciencias. Vas a necesitar registrar las observaciones que se te indican para resolver actividades de la siguiente unidad.

### Procedimiento

1. Colocá un trocito de carne en cada uno de los tres frascos y humedecé cada uno con unas gotas de agua limpia.
2. Inmediatamente tapá herméticamente uno con su tapa. Si fuera necesario, sellala con un poco de plastilina, para evitar el intercambio de aire.
3. El segundo frasco tapalo con la gasa, el tul o el trozo de media y ajustá el material que hace las veces de tapa con la bandita elástica.
4. El tercer frasco debe quedar abierto.
5. Colocá los tres frascos en un lugar tibio, si es posible al aire libre, pero a la sombra.
6. Anotá en tu cuaderno lo que creas que sucederá con la carne dentro de cada frasco y por qué. Es decir, elaborá una hipótesis para cada frasco y fundamentalas.
7. Hasta que te toque trabajar con la actividad 3 de la unidad siguiente, realizá observaciones cada dos días sobre los cambios que sufre el contenido de cada frasco. Registrá lo que observes en una hoja aparte, colocando siempre la fecha al inicio de cada observación.



**ATENCIÓN:** Tené cuidado que el contenido del frasco que está en contacto con el aire no se reseque. Si fuera así, agregale algunas gotas más de agua limpia.

## Para finalizar

En esta unidad estudiaste algunos conceptos básicos de Genética, la ciencia que trata de explicar cómo se heredan y se modifican las características de los seres vivos, es decir, cómo se transmiten, se generan y se expresan, de una generación a otra, las características de los organismos vivos.

En los ejemplos que analizaste, las características que se heredan de una generación a otra son de tipo morfológico, es decir, de las formas, por ejemplo, el largo de los tallos o el color de las flores o del pelaje. Estas son características hereditarias cuyos fenotipos se pueden observar fácilmente, pero también existen características hereditarias de tipo fisiológico (de funcionamiento), bioquímico (de la composición química) y del comportamiento de los seres vivos, que se analizan de la misma manera. En los libros de texto, seguramente, encontrarás algunos ejemplos de cómo se produce la herencia de algunas de ellas; por ejemplo, de los genes que determinan en las personas la visión de los colores o el tipo de sangre o los genes que en las aves definen cómo será el comportamiento denominado cortejo (ciertos movimientos que realiza la pareja antes del apareamiento). Seguramente, con lo que pudiste aprender, no te será difícil comprender otros ejemplos de los textos y contestar a la pregunta de la que partiste, que aparece en el texto de iniciación de la unidad: ¿cuál es el legado biológico que los hijos reciben de sus padres y cómo se transfiere? En la unidad siguiente, seguirás estudiando sobre los seres vivos y aplicarás algunos de tus conocimientos de bioquímica celular y genética, para comprender mejor la evolución y el origen de la vida.