

La herencia mendeliana

Un aporte desde la matemática a partir del trabajo con una encuesta

Segundo año

Actividades para los estudiantes

Ciencias Exactas y Naturales



Biología



Matemática

Educación Digital

Serie PROFUNDIZACIÓN • **NES**



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires



JEFE DE GOBIERNO

Horacio Rodríguez Larreta

MINISTRA DE EDUCACIÓN E INNOVACIÓN

María Soledad Acuña

SUBSECRETARIO DE PLANEAMIENTO E INNOVACIÓN EDUCATIVA

Diego Javier Meiriño

DIRECTORA GENERAL DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO

María Constanza Ortiz

GERENTE OPERATIVO DE CURRÍCULUM

Javier Simón

DIRECTOR GENERAL DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Santiago Andrés

GERENTA OPERATIVA DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA

Mercedes Werner

SUBSECRETARIA DE COORDINACIÓN PEDAGÓGICA Y EQUIDAD EDUCATIVA

Andrea Fernanda Bruzos Bouchet

SUBSECRETARIO DE CARRERA DOCENTE Y FORMACIÓN TÉCNICA PROFESIONAL

Jorge Javier Tarulla

SUBSECRETARIO DE GESTIÓN ECONÓMICO FINANCIERA

Y ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS

Sebastián Tomaghelli



SUBSECRETARÍA DE PLANEAMIENTO E INNOVACIÓN EDUCATIVA (SSPLINED)

DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO (DGPLEDU)

GERENCIA OPERATIVA DE CURRÍCULUM (GOC)

Javier Simón

EQUIPO DE GENERALISTAS DE NIVEL SECUNDARIO: Isabel Malamud (coordinación), Cecilia Bernardi, Bettina Bregman, Ana Campelo, Julieta Jakubowicz, Marta Libedinsky, Carolina Lifschitz, Julieta Santos

ESPECIALISTAS:

Biología: Florencia Monzón

Matemática: Carla Cabalcabué, Rosa María Escayola, Valeria Ricci, Ruth Schaposchnik, Inés Zuccarelli

DIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA (DGTEDU)

GERENCIA OPERATIVA DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA (INTEC)

Mercedes Werner

ESPECIALISTAS DE EDUCACIÓN DIGITAL: Julia Campos (coordinación), Eugenia Kirsanov, María Lucía Oberst

COORDINACIÓN DE MATERIALES Y CONTENIDOS DIGITALES (DGPLEDU): Mariana Rodríguez

COLABORACIÓN Y GESTIÓN: Manuela Luzzani Ovide

CORRECCIÓN DE ESTILO (GOC): Vanina Barbeito

ILUSTRACIONES: Susana Accorsi

EDICIÓN Y DISEÑO (GOC)

COORDINACIÓN DE SERIES PROFUNDIZACIÓN NES Y

PROPUESTAS DIDÁCTICAS PRIMARIA: Silvia Saucedo

EDICIÓN: María Laura Cianciolo, Bárbara Gomila, Marta Lacour

DISEÑO GRÁFICO: Octavio Bally, Ignacio Cismondi, Alejandra Mosconi, Patricia Peralta

Este material contiene las actividades para los estudiantes presentes en Biología. Matemática – *La herencia mendeliana*. Un aporte desde la matemática a partir del trabajo con una encuesta. ISBN 978-987-673-389-2

Se autoriza la reproducción y difusión de este material para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este material para reventa u otros fines comerciales.

Las denominaciones empleadas en los materiales de esta serie y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no implican, de parte del Ministerio de Educación e Innovación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de los países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

En este material se evitó el uso explícito del género femenino y masculino en simultáneo y se ha optado por emplear el género masculino, a efectos de facilitar la lectura y evitar las duplicaciones. No obstante, se entiende que todas las menciones en el género masculino representan siempre a varones y mujeres, salvo cuando se especifique lo contrario.

Fecha de consulta de imágenes, videos, textos y otros recursos digitales disponibles en internet: 15 de noviembre de 2018.

© Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Ministerio de Educación e Innovación / Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa. Dirección General de Planeamiento Educativo / Gerencia Operativa de Currículum, 2018.

Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa / Dirección General de Planeamiento Educativo / Gerencia Operativa de Currículum. Holmberg 2548/96, 2º piso - C1430DOV - Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

© Copyright © 2018 Adobe Systems Software. Todos los derechos reservados. Adobe, el logo de Adobe, Acrobat y el logo de Acrobat son marcas registradas de Adobe Systems Incorporated.



¿Cómo se navegan los textos de esta serie?

Los materiales de la serie Profundización de la NES cuentan con elementos interactivos que permiten la lectura hipertextual y optimizan la navegación.

Para visualizar correctamente la interactividad se sugiere bajar el programa [Adobe Acrobat Reader](#) que constituye el estándar gratuito para ver e imprimir documentos PDF.



Portada



Flecha interactiva que lleva a la página posterior.

Itinerario de actividades

Actividad 1

Biología

Mendel y su entorno

1

Organizador interactivo que presenta la secuencia completa de actividades.

Actividades

Mendel y su entorno

Biología

Actividad 1

- a. Para comenzar, acuerden criterios de búsqueda de información en internet y analicen la confiabilidad de las páginas que recorren. Para ello, sugerimos ver los siguientes videos

Volver al Itinerario de actividades



Volver al Itinerario de actividades



Botón que lleva al itinerario de actividades.

Sistema que señala la posición de la actividad en la secuencia.

Íconos y enlaces

- 1 Símbolo que indica una cita o nota aclaratoria. Al cliquear se abre un pop-up con el texto:

Ovidescim repti ipita voluptis audi iducit ut qui adis moluptur? Quia poria dusam serspero voloris quas quid moluptur?Luptat. Upti cumAgnimustrum est ut

Los números indican las referencias de notas al final del documento.

El color azul y el subrayado indican un [vínculo](#) a la web o a un documento externo.



“Título del texto, de la actividad o del anexo”

Indica enlace a un texto, una actividad o un anexo.



Indica apartados con orientaciones para la evaluación.



Itinerario de actividades



Actividad 1

Biología

Mendel y su entorno

1



Actividad 2

Biología

Los resultados de Mendel

2



Actividad 3

Biología

Los aportes de Mendel y la genética actual. Primera Ley de Mendel

3



Actividad 4

Biología

Mendel y Punnett. Segunda Ley de Mendel

4



Actividad 5

Matemática + Biología

Encuesta para estudiar algunas características de seres humanos, determinadas por un solo gen con dominancia completa

5

Mendel y su entorno

Biología

Actividad 1

En pequeños equipos, a partir del texto introductorio indagarán sobre la vida del investigador Gregor Mendel, su obra y el contexto en el que vivió.

¿Quién fue Mendel?

Mendel es considerado “el padre de la genética”. Trabajó muchos años antes de que se descubriera la estructura del ADN e incluso antes de que se hubiese visto el material genético bajo un microscopio. No obstante, es el primero que postula la existencia de los genes y de los alelos, y cómo se heredan, en la primera mitad del siglo XIX. Todo esto sin microscopios, ni laboratorios ultramodernos. Gran parte de sus descubrimientos e hipótesis resultan contundentes debido a las condiciones experimentales en las que trabajó.

A investigar

- a. Para comenzar, acuerden criterios de búsqueda de información en internet y analicen la confiabilidad de las páginas que recorren. Para ello, sugerimos ver los siguientes videos:
 - [“¿Cómo hago para validar una página web?”](#) y [“¿Cómo hago para verificar si la información en una página web está actualizada?”](#) en el Campus virtual de Educación Digital.

Una vez consensuados estos puntos, para conocer a Gregor Mendel, averigüen: dónde nació, cómo era su familia y cuál era la profesión de su padre, qué estudios cursó, a qué tarea dedicó su vida.

También busquen alguna imagen del paisaje del lugar donde creció, para poder imaginar la influencia de su entorno cercano. Analicen si les parece una zona de climas extremos, con dificultades para la agricultura y ganadería o una zona de desarrollo agropecuario.

- b. Busquen información sobre cómo fueron sus experimentos guiándose con las siguientes preguntas orientadoras: ¿En qué especie trabajó? ¿En qué “laboratorio”? ¿Tenía colaboradores? ¿Publicó sus investigaciones? ¿Alcanzó la fama y el reconocimiento en vida?
- c. Las biografías de los científicos nos aportan información que describe aspectos de la vida y el entorno de los investigadores. ¿Cuáles de los datos que encontraron creen que fueron claves en el desarrollo de los experimentos de Mendel?
- d. Mendel trabajó con una planta, la arveja (*Pisum sativum*). ¿Con qué problemas se hubiera encontrado si hubiera seleccionado animales en vez de una especie vegetal? Algunas preguntas orientadoras para guiar el intercambio de ideas en el equipo son: ¿Cómo es la reproducción de las plantas con flores? ¿Cuánto tiempo tarda una especie en madurar para poder reproducirse? ¿Existen muchos animales que se autofecunden o es más frecuentemente una estrategia de las plantas?

e. Esta es una imagen de la flor de la arveja (*Pisum sativum*).

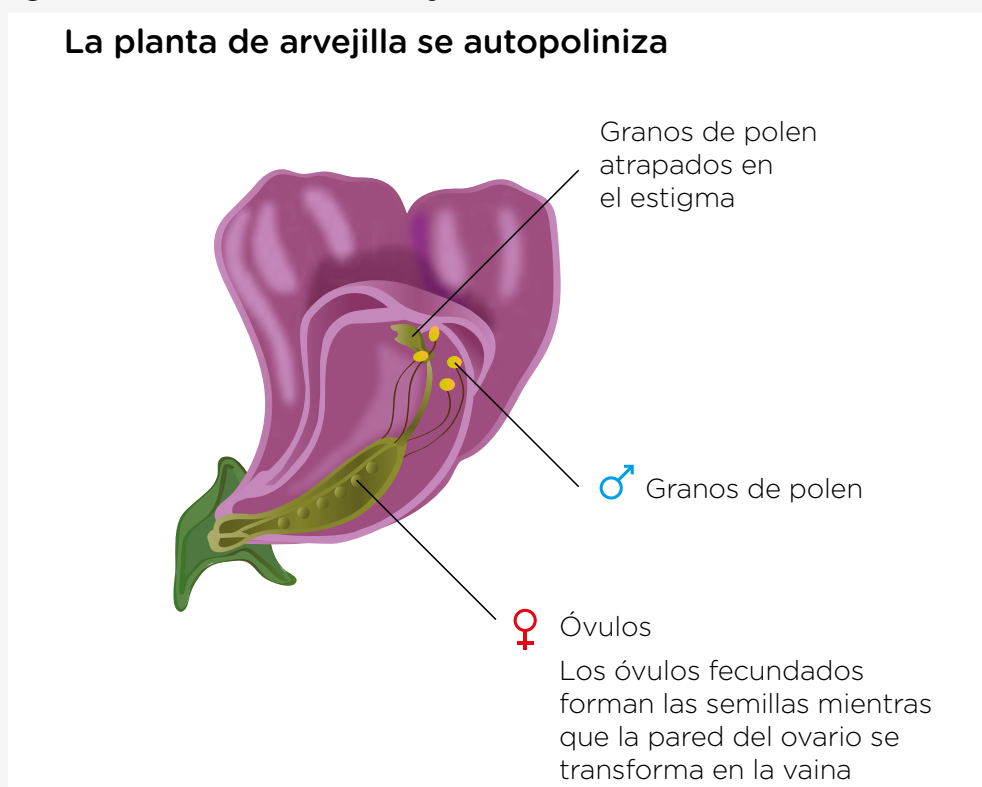


Figura 1. Flor de arveja *Pisum sativum* donde se observan sus estructuras reproductivas.

- Observen la flor con su parte masculina y femenina. ¿Existe la posibilidad de que el polen llegue a los óvulos, es decir, que se autopolinice?
- Un dato relevante sobre su reproducción es que los pétalos recubren completamente las estructuras reproductivas de la flor y solo se abren después de la fecundación. ¿Qué ventaja habrá tenido esto para las experimentaciones de Mendel?
- Imaginen y respondan: ¿De qué manera simple impedirían ustedes que esta planta se autofecunde?

Volver al
Itinerario de actividades



Los resultados de Mendel

Biología

Actividad 2

En sus experimentaciones, Mendel cruzó plantas de arvejas altas puras (es decir, descendiente de antecesores que solo daban plantas altas) con plantas bajas puras.

Como resultado, se produjo una primera generación de plantas altas. Al cruzar esas plantas de la primera generación entre sí, o incluso permitir la autopolinización, aparecieron en la segunda generación muchas plantas altas y algunas pocas bajas.

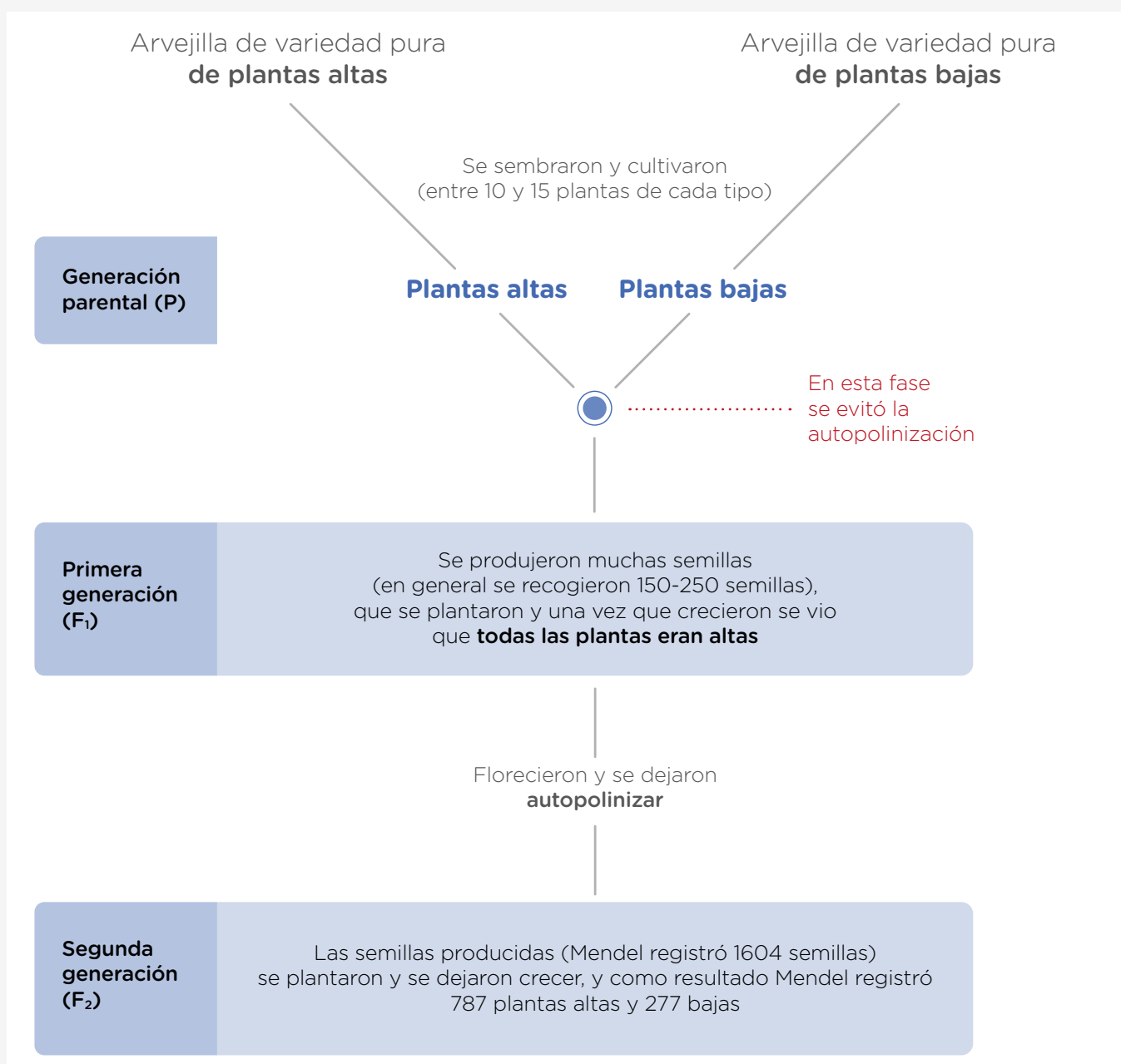


Figura 2. Cruzamiento de plantas altas puras de arvejas con plantas bajas puras de arvejas. Se observa su descendencia (F₁) y su autopolinización, obteniendo como resultado la Filial 2 (F₂).

- A la luz de los resultados de Mendel, pensá: ¿Cuál de las siguientes afirmaciones descartarías y por qué?
 - La herencia es una mezcla entre las características de los padres, es decir, sucede más o menos lo mismo que si mezclamos una gaseosa con hielo y esperamos un rato.
 - Existen características dominantes y otras más débiles o recesivas.
 - Hay caracteres que enmascaran a otros, o sea quedan escondidos durante al menos una generación pero luego reaparecen.
- Enunciá alguna posible hipótesis sobre cómo se hereda una característica, en este caso la altura de las plantas, basándote en los resultados de Mendel.
- Compartí con el docente y tus compañeros el análisis de los resultados, las conclusiones a las que arribaste y las hipótesis sobre cómo se hereda una característica.



Los aportes de Mendel y la genética actual. Primera Ley de Mendel

Biología

Actividad 3

Es innegable que se ha avanzado mucho en el conocimiento de la genética. Por ejemplo, lo que Mendel llamó *elementos* hoy se conoce como *genes*.

En pequeños equipos, con la ayuda de los libros de texto e internet, deben precisar algunos conceptos fundamentales para comprender el proceso de la herencia.

- Averigüen qué es un *gen*, qué es un *alelo*, qué quiere decir que un individuo es *homocigota* o *heterocigota* para una característica determinada, qué quiere decir *dominante* o *recesivo*, qué diferencias hay entre el *fenotipo* y el *genotipo*, cuál es la relación entre la *meiosis*, las *gametas* y los *alelos*, y qué dice la Primera Ley de Mendel.
- Escriban las definiciones en un documento para luego poner en común lo indagado. Para poder consultar los términos referidos a la herencia, durante el resto de la secuencia armen carteleras con las definiciones encontradas y enuncien la Primera Ley de Mendel.

Si usan internet, recuerden validar sus fuentes. Para hacerlo, pueden ver los videos de la actividad 1.

Una vez que hayan puesto en común las definiciones, vuelvan a la figura 2, "Cruzamiento de plantas altas puras de arvejillas con plantas bajas puras de arvejillas", y discutan qué plantas son homocigotas, cuáles son heterocigotas, y cuáles son los dos alelos presentes en las diversas plantas.



Actividad 1.
Mendel y su
entorno



Figura 2

Volver al
Itinerario de actividades



Mendel y Punnett. Segunda Ley de Mendel

Biología

Actividad 4

- a. Busquen en internet la estampilla conmemorativa de Mendel —editada en Alemania Occidental en 1984 a propósito de los 100 años de su muerte— que muestra el genotipo, el fenotipo y el cruzamiento de una arveja de flor blanca homocigota con una arveja de flor violeta homocigota, que da como resultado plantas de flores violetas heterocigotas.

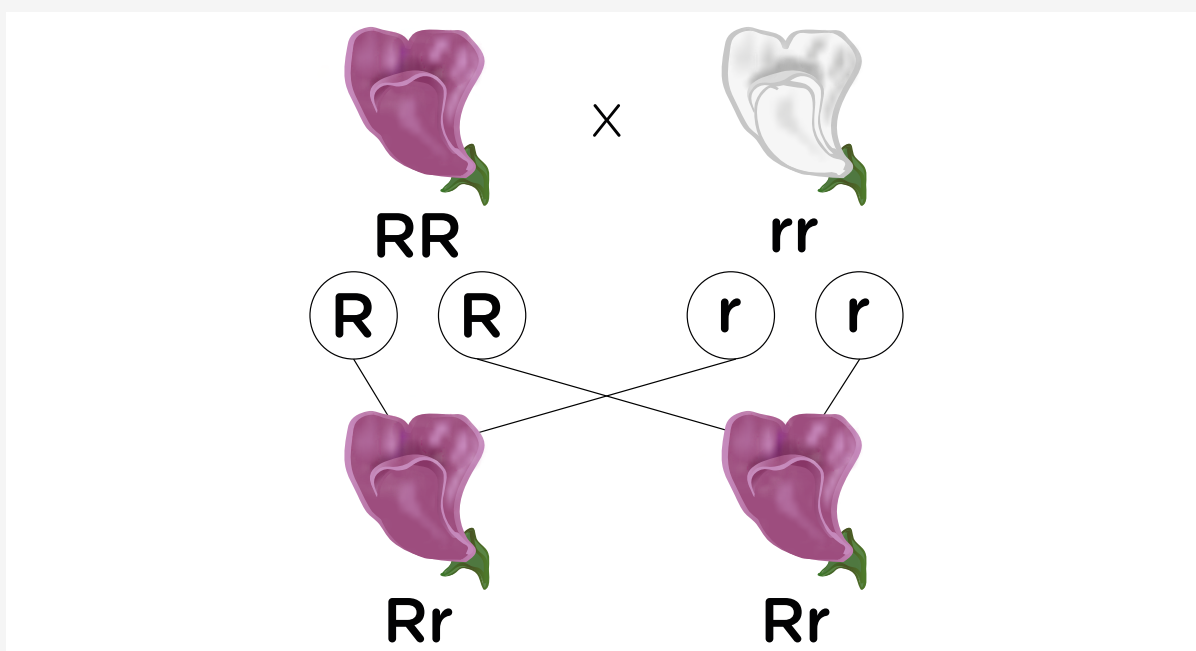


Figura 3. Representación del diagrama presente en la estampilla conmemorativa.

Al verla, resulta simple identificar el cruzamiento de un gen determinando una sola característica, en este caso el color de las flores. Los alelos encerrados en un círculo representan las posibles gametas y muestran que si, por ejemplo, la gameta de la planta de flor violeta (con el alelo **R**) se combina con otra gameta que provienen de la planta de flor blanca (con el alelo **r**), el nuevo ejemplar tendrá el genotipo **Rr** y por lo tanto tendrá flores violetas, dado que el alelo dominante es el que se expresa.

Este proceso de análisis y observación no resulta tan sencillo cuando se trabaja con dos genes que determinan dos características diferentes. Para ello, Punnett, un genetista inglés, ideó un cuadro o diagrama para analizar con más facilidad estos casos y determinar la probabilidad que existe de que un nuevo individuo tenga un genotipo particular. El cuadro de Punnett permite obtener cada combinación de gametas posible en un único diagrama.

El siguiente cuadro de Punnett es otra manera de esquematizar la información provista por la estampilla. En la fila superior se colocan los dos alelos posibles de uno de los progenitores, y en la primera columna los alelos del otro progenitor. Las celdas centrales muestran toda la posible descendencia del cruce de esos progenitores.

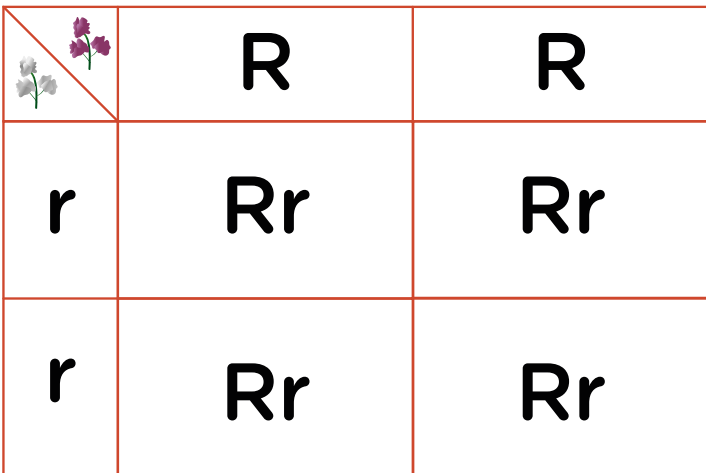
		Progenitor RR	
Progenitor rr		R	R
	r	Rr	Rr
	r	Rr	Rr

Figura 4. Cuadro de Punnett de un cruzamiento de arvejas de flores blancas con arvejas de flores violetas.

- b. Vean en TED-Ed el video [“Cómo nos ayudaron las plantas de guisantes de Mendel a entender la genética - Hortensia Jiménez Díaz”](#) sobre los experimentos de Mendel, en el que se explica cómo armar un cuadro de Punnett.

Luego, con un compañero respondan:

1. ¿Cuán probable es que salga una arveja de flores blancas si se cruza una arveja de flores blancas homocigota recesivo (**rr**) con una arveja de flores violetas heterocigota (**Rr**)?
2. ¿Será cierto que al cruzar una arveja de semillas rugosas homocigota recesiva con una de semillas lisas heterocigota se obtiene una semilla rugosa con una probabilidad de 3 a 1?
3. ¿Cuántas semillas amarillas se obtendrán a partir del cruce de una planta de semillas amarillas (**Rr**) con una de semillas verdes (**rr**), siendo la amarilla la del fenotipo dominante?

		Progenitor	
Progenitor		(alelo)	(alelo)
	(alelo)		
	(alelo)		

Figura 5. Cuadro de Punnett modelo para ejercitar.

Se sugiere transcribir un cuadro de Punnett para ejercitar y volcar los datos de cada una de las situaciones propuestas.

- c. En el video se puede observar un cuadro de Punnett de otra de las experimentaciones de Mendel. En esta ocasión, consideró dos características de la plantas de arvejilla: el color de las semillas y su textura.

Recordá que en los casilleros superiores y en la primera columna van las posibles gametas con los diferentes combinaciones de alelos.

		Progenitor TtAa			
		TA	Ta	tA	ta
Progenitor TtAa	TA				
	Ta				
	tA				
	ta				

← Combinación de alelos en una gameta

Figura 6. Cuadro de Punnett de una autopolinización de plantas con semillas heterocigotas amarillas y lisas.

Mirando el cruzamiento de plantas heterocigotas para las características color y textura de las semillas, contestá y justificá tu respuesta:

1. ¿Es el color amarillo dominante o recesivo (los alelos **A** o **a** codifican para el color)?
2. ¿Es la textura rugosa una característica de herencia recesiva?
3. ¿Qué genotipo tienen los progenitores?
4. ¿Los padres son heterocigota u homocigota para cada una de las características?
5. ¿Qué probabilidad hay de que haya semillas para cada fenotipo (amarillas lisas, amarillas rugosas, verdes lisas y verdes rugosas)?

Gran parte de los experimentos que realizó el monje investigador en los jardines de la abadía fueron planificados prestando atención a dos características al mismo tiempo. Eso condujo a Mendel a enunciar su segunda ley:

Segunda Ley de Mendel

Durante la formación de las gametas, cada par de alelos segrega independientemente de los otros pares, lo que significa que las características se distribuyen independientemente unas de otras.

Si una planta heterocigota para ambas características (tal como nos muestra la figura 6. “Cuadro de Punnett de una autopolinización de plantas con semillas heterocigotas amarillas y lisas”) se autopoliniza, el óvulo o el grano de polen puede tener una de estas posibilidades:

- Un alelo dominante para la primera característica y el alelo dominante para la segunda.
- El alelo dominante para la primera característica pero esta vez con el alelo recesivo para la segunda.
- El alelo recesivo para la primera característica con un alelo dominante para la segunda.
- Los alelos recesivos para ambas.

Contesta: ¿Cuál es la probabilidad de que una planta hija sea dominante para ambas características? ¿Y dominante solo para el color de la semilla? ¿Y dominante solo para la textura? Por último, ¿qué fenotipo es muy poco probable que aparezca en la descendencia? Recuerden que el cuadro no indica que la planta al autopolinizarse tenga sólo 16 plantas hijas sino que cada nueva planta tiene, por ejemplo, 1 probabilidad en 16 de que sus semillas sean verdes y rugosas.

Hay casos especiales donde no hay segregación independiente de dos alelos. A veces los alelos están muy cerca en un mismo cromosoma o están en los cromosomas sexuales, pero estos casos no se van a tratar por ahora.



Figura 6

Volver al
Itinerario de actividades



Encuesta para estudiar algunas características de seres humanos, determinadas por un solo gen con dominancia completa

Matemática + Biología

Actividad 5**Primera parte**

Al estudiar los caracteres hereditarios humanos se verifica a grandes rasgos que no es tan sencillo hacer estudios como los que hizo Mendel ya que, entre otras cosas, muchos de los caracteres humanos están regulados por varios genes a la vez; es decir, las personas tienen una herencia poligénica.

Sin embargo, existen algunos caracteres que están regulados por un solo gen y por lo tanto nos permiten ver de forma sencilla la expresión de genes en las personas. Algunos ejemplos son la forma del nacimiento de la línea del pelo, la capacidad para enrollar la lengua, la aparición de un hoyuelo en el mentón, si el lóbulo de la oreja está suelto, o no, o la hiperflexión del dedo pulgar.



¿Todas las personas pueden enrollar la lengua? ¿Cuánta gente puede hiperflexionar el pulgar? ¿Existen más personas con el lóbulo de la oreja pegada a la cabeza o separado? Algunos de estos interrogantes pueden ser contestados por la genética ya que se trata de características determinadas por un solo gen que tiene dos alelos: uno dominante y otro recesivo.

- a. Júntense en grupos de tres o cuatro estudiantes y anoten cuántos de ustedes:
 - pueden enrollar la lengua;
 - tienen el lóbulo de la oreja separado de la cara;
 - pueden hiperflexionar el dedo pulgar.
- b. ¿Cuál creen que es el alelo dominante y cuál el recesivo en cada caso?

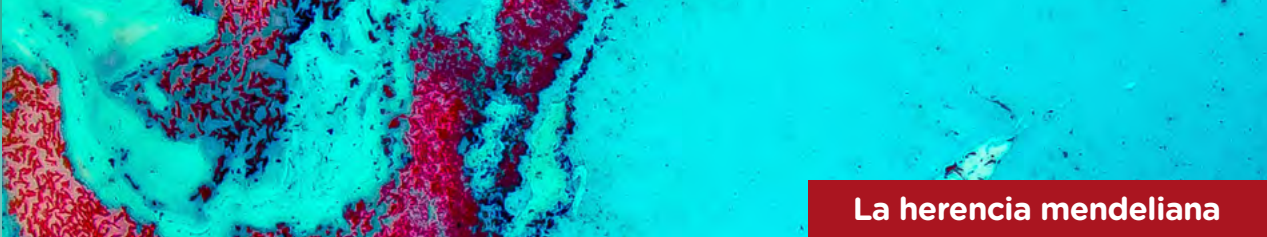
Segunda parte

En esta segunda parte confeccionarán e implementarán una encuesta para estudiar las características trabajadas en la primera. Para eso, armen grupos de cuatro o cinco integrantes y resuelvan las siguientes consignas:

- c. Escriban qué preguntas les parece que debe tener la encuesta.
- d. ¿A quiénes elegirían para que respondan el cuestionario?
- e. ¿Cómo registrarían esas respuestas?

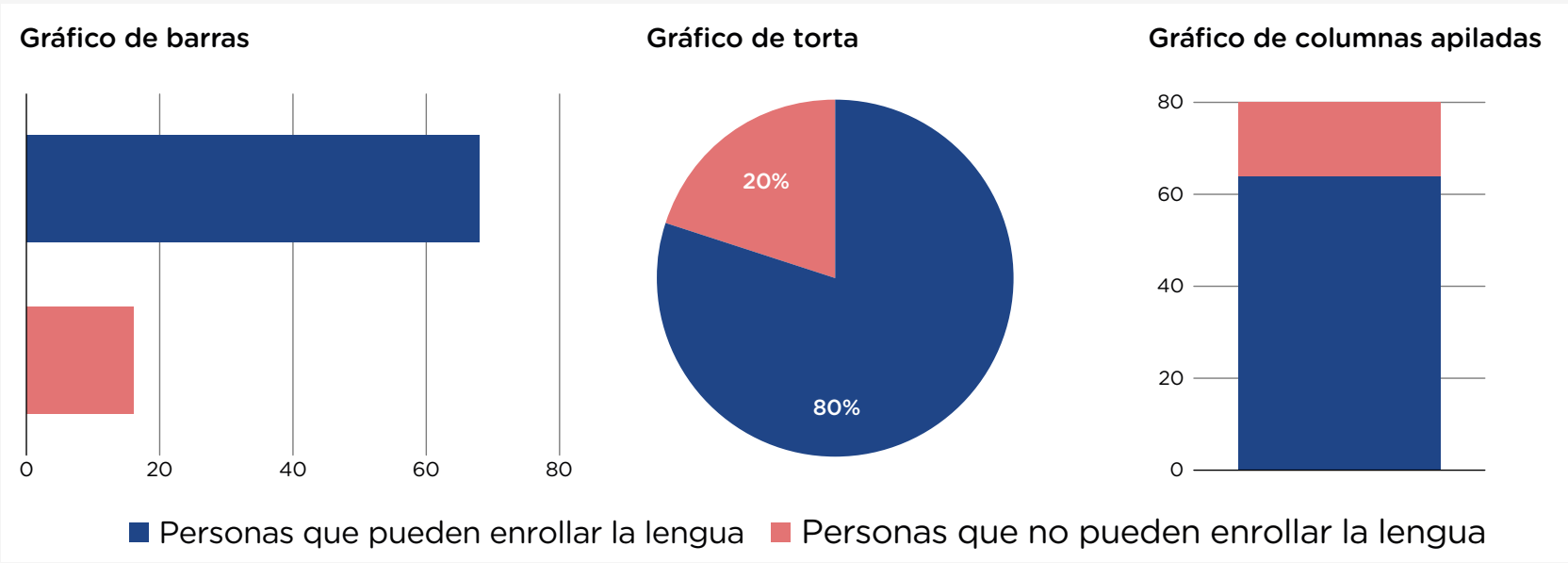
Pongan en común con todo el curso lo que respondieron en las consignas anteriores y lleguen a un acuerdo para armar la encuesta y elaborar los criterios de trabajo. Luego:

- f. Implementen la encuesta. Cada grupo debe encuestar a veinte personas y no será posible entrevistar a alguien que ya haya sido encuestado por otro grupo.
- g. Traigan los resultados para discutir en la próxima clase.



Tercera parte

Una vez realizada la encuesta a una gran cantidad de personas, en una escuela los estudiantes organizaron la información de diferentes formas mediante los siguientes gráficos:



- h. Indiquen, en cada caso, con cuál de los gráficos anteriores es más fácil responder a cada una de las siguientes preguntas:
- 1. ¿Cuál es la característica correspondiente al alelo dominante y cuál al recesivo?
 - 2. ¿Cuántas personas de las encuestadas no podían enrollar la lengua?
 - 3. ¿Se cumplen aproximadamente las proporciones esperadas según los estudios de Mendel?
 - 4. ¿Cuál fue el total de personas encuestadas?
- i. Para cada una de las siguientes tablas, decidan si pueden corresponder o no a la encuesta realizada, teniendo en cuenta los gráficos presentados.

Cantidad de personas que pueden enrollar la lengua	80
Cantidad de personas que no pueden enrollar la lengua	20
Cantidad de personas que pueden enrollar la lengua	64
Cantidad de personas que no pueden enrollar la lengua	16
Cantidad de personas que pueden enrollar la lengua	128
Cantidad de personas que no pueden enrollar la lengua	32



Imágenes

Página 14. Lenguas, aporte de Daniel Pernigotti.
Orejas, aporte de Nestor Toledo.
Dedos, aporte de Daniel Pernigotti.



Vamos Buenos Aires