



MÓDULO 4:
Herencia: *cromosomas,*
cruces y probabilidad

7MO y 10MO GRADO

Minnette Rodríguez Harrison
María L. Ortiz Hernández

enero 2020

Proyecto financiado por la Fundación Nacional de Ciencias

INTRODUCCIÓN

El proyecto BRENDA tiene como uno de sus objetivos llevar a las escuelas experiencias de aprendizaje relacionadas con las ciencias. Este módulo es el cuarto diseñado para facilitar el aprendizaje de los conceptos de selección natural (módulo 1), adaptación (módulo 2), evolución (módulo 3) y herencia (módulo 4). Estos módulos servirán de herramienta al capacitador¹ o profesional a cargo de la enseñanza (maestro, profesor, entre otros). En el caso de los participantes, estos pueden ser maestros (como parte de su desarrollo profesional) o estudiantes.

En este cuarto módulo, los capacitadores o maestros de ciencias de los cursos de Ciencias Biológicas (7mo grado) y Biología (10mo grado), y sus participantes, participarán activamente de unas actividades donde entenderán los principios de la herencia, destacando los conceptos de cromosomas, cruces y probabilidad.

En este módulo se incluye:

- ✓ trasfondo científico de los conceptos
- ✓ glosario
- ✓ alineación del contenido a los estándares, expectativas y especificaciones del Departamento de Educación de PR (DEPR)

¹ Se utilizará el masculino para referirnos a los/as maestros/as, los/as participantes, los/as profesores/as, los/as capacitadores/as, los/as estudiantes.

- ✓ proceso educativo
- ✓ actividades detalladas para realizar en la sala de clases

MATERIA:	Ciencias (Ciencias Biológicas/ Biología)
NIVEL/GRADO:	Intermedio - Superior/ 7mo, 10mo
CONCEPTOS PRINCIPALES:	genética, herencia, cuadrado de Punnett, cromosomas, mutaciones cromosómicas
CONCEPTOS SECUNDARIOS:	cambios genéticos, variaciones genéticas
CONTENIDO PREVIO:	fases de la mitosis y meiosis

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

A través de la actividad, el participante:

- 1) describirá la estructura de los cromosomas.
- 2) identificará el cariotipo humano y compararlo con otras especies.
- 3) definirá qué es mutación cromosómica y los tipos de mutaciones cromosómicas.
- 4) comparará el número de cromosomas en el ser humano (normal) con el número de cromosomas cuando ocurre una mutación cromosómica.
- 5) definirá qué es probabilidad.
- 6) identificará el genotipo y fenotipo en diferentes cruces.

Assessment continuo

Durante toda la actividad el capacitador estará haciendo observaciones mientras se mueve entre los grupos de trabajo, cuando los participantes discuten y cuando presentan sus respuestas a las preguntas. Esto le permite hacer evaluaciones del aprendizaje de estos.

ESTÁNDARES, EXPECTATIVAS E INDICADORES 7MO GRADO - CIENCIAS

Estándar: Interacciones y energía

Área de dominio: Crecimiento, desarrollo y reproducción de los organismos

Expectativa: B.CB1 De las moléculas a los organismos: Estructuras y procesos

Indicador

EI.B.CB1.IE.2 Evalúa cómo influyen los factores ambientales y genéticos en el crecimiento de los organismos. Comprende cómo los científicos usan el conocimiento genético para predecir la progenie. *Ejemplos de condiciones ambientales locales pueden incluir la disponibilidad de alimento, luz, espacio y agua. Ejemplos de factores genéticos pueden incluir la cría de ganado de constitución grande y los tipos de gramas que afectan el crecimiento de los organismos. Ejemplos de evidencia pueden incluir la sequía que afecta el crecimiento de las plantas, el uso de fertilizantes que aceleran el crecimiento de las plantas, distintas variedades de semillas creciendo a distinta velocidad bajo distintas condiciones, y peces que crecen más grandes en estanques más grandes contrario al crecimiento de los mismos peces en espacios reducidos.*

Estándar: Conservación y cambio

Área de dominio: Crecimiento, desarrollo y reproducción de los organismos

Expectativa: B.CB3 Herencia y variaciones en las características

Indicadores

EI.B.CB3.CC.1 Explica por qué los cambios estructurales en los genes (mutaciones) localizados en los cromosomas pueden afectar las proteínas y causar cambios beneficiosos, dañinos o neutrales en la estructura y función del organismo.

EI.B.CB3.CC.2 Construye un modelo para explicar por qué la reproducción asexual resulta en progenie con información genética idéntica y por qué la reproducción sexual resulta en progenie con variación genética. *El énfasis está en el uso de modelos como los cuadrados de Punnett, diagramas y simulaciones para describir las relaciones de causa y efecto en la transmisión de genes de los padres a los hijos, que resultan en variaciones genéticas.*

ESTÁNDARES, EXPECTATIVAS E INDICADORES 10MO GRADO - CIENCIAS

Estándar: Conservación y cambio

Área de dominio: Herencia y variaciones en las características

Expectativa: B.CB3 Herencia y variaciones en las características

Indicadores

ES.B.CB3.CC.1 Formula y defiende una afirmación basada en evidencia, de que las variaciones genéticas y hereditarias pueden resultar de: (1) nueva combinación genética mediante el proceso de meiosis, (2) errores viables pueden ocurrir durante la replicación del ADN y/o (3) las mutaciones a causa de los factores ambientales. *El énfasis está en el uso de datos para apoyar argumentos sobre las diferentes formas en que pueden ocurrir las mutaciones.*

ES.B.CB3.CC.2 Aplica conceptos estadísticos y de probabilidad para explicar la variación y distribución de las características visibles en la población. *El énfasis está en el uso de las matemáticas para describir la probabilidad y la presencia de características que se relacionan con lo genético y con los factores ambientales, así como representar proporciones fenotípicas y genotípicas en diferentes cruces genéticos.*

ES.B.CB3.CC.3 Reconoce y explica que los organismos multicelulares se desarrollan a partir de un simple cigoto y que el fenotipo resultante dependerá del genotipo que fue establecido al momento de la fertilización.

ES.B.CB3.CC.4 Explica la importancia de la continuidad de la vida a través de la acción de los genes, los patrones hereditarios, la reproducción en los organismos y la reproducción de las células.

TRASFONDO

Los miembros de una familia suelen compartir características físicas (como color de ojos, color de la piel y forma del rostro) con uno o ambos progenitores. Estas características pasan de los padres (progenitores) a sus hijos (descendientes), es decir, se heredan.

El ser humano tiene células somáticas y germinales. Las células germinales son aquellas que forman gametos. A diferencia de las células somáticas que tienen dos juegos de cromosomas (un set heredado de cada padre = $2n$), los gametos tienen una copia única de cada cromosoma. Dada la composición genética de estas células se les conoce como células haploides (n). Por tanto, los gametos de los seres humanos contienen 23 cromosomas. Solo el ADN de los gametos se transmite a la descendencia de un organismo. El ADN es el material genético presente en todos los organismos y se encuentra almacenado dentro de los cromosomas en el núcleo de la célula. A cada par de cromosoma de las células se le conoce como par de cromosomas homólogos. Los cromosomas homólogos son dos cromosomas, uno se hereda de

la madre y el otro del padre. Ambos tienen la misma apariencia general y tienen copias del mismo gen, aunque la información de los genes puede diferir.

El cruzamiento genético es el producto del apareamiento de dos organismos, en la mayoría de los casos de la misma especie. Dos gametos se fusionan durante la fecundación, por lo que el organismo que resulta tiene dos copias de cada gen, una de cada progenitor. Un gen es un pedazo de ADN que lleva un conjunto de instrucciones a una célula para que fabrique una determinada proteína o ácido ribonucleico (ARN). Los genes contienen información genética, que varía de un organismo a otro debido a los diferentes alelos que existen en la población. Un alelo es cualquiera de las variantes o versiones de un gen que pueden ocurrir. El término homocigótico describe dos alelos iguales, mientras el concepto heterocigótico describe dos alelos diferentes, en el mismo locus o lugar del cromosoma.

Al describir pares de alelos homocigotos o heterocigotos estamos hablando de la composición genética real de un organismo denominada genotipo. Ambos alelos conforman el genotipo, aunque a veces uno no se expresa o permanece enmascarado. Por otra parte, las características físicas reales o rasgos de un organismo conforman su fenotipo.

En ocasiones, solo uno de los alelos influirá en el rasgo. Como demostraron los resultados de Mendel, en algunos casos un alelo puede ser dominante sobre otro. Podemos decir que un alelo dominante es el alelo que se expresa si están presentes dos alelos diferentes o dos alelos dominantes. Un alelo recesivo es el alelo que se expresa únicamente si están juntas dos copias recesivas. La combinación de los alelos o el genotipo de un organismo suele representarse con un conjunto de letras. Las letras mayúsculas representan el alelo dominante y las letras minúsculas representan los alelos recesivos. Como cada célula del cuerpo contiene dos cromosomas, cada uno con copias de un mismo gen, se necesitarán dos letras para representar los alelos del par.

Cada gameto contiene un alelo por cada rasgo en el ADN del organismo. Punnett descubrió una relación entre los gametos de los progenitores y el genotipo de sus descendientes, la cual utilizó para desarrollar una tabla simple conocida como el cuadrado de Punnett. La misma permite predecir todos los posibles genotipos de los descendientes que resultan de un cruzamiento específico. El cruzamiento que examina un rasgo del organismo es un cruzamiento monohíbrido. Existen tres tipos básicos de cruzamientos monohíbridos: el cruzamiento homocigoto-homocigoto, el cruzamiento heterocigoto-heterocigoto y el cruzamiento

heterocigoto-homocigoto. De otro lado, un cruzamiento dihíbrido examina la herencia de dos rasgos.

El ADN tiene el código del que están hechas las proteínas que forman la estructura del cuerpo y llevan a cabo las funciones vitales. Los cambios en el ADN se conocen como mutaciones. Las mutaciones pueden ser genéticas (cambios en la secuencia de un solo gen que ocurren durante la replicación del ADN) o cromosómicas (cambios de los segmentos de los cromosomas o de los cromosomas enteros que ocurren generalmente durante los procesos de mitosis y/o meiosis). Algunas de las mutaciones cromosómicas más comunes son la translocación (un segmento de un cromosoma pasa a otro cromosoma no homólogo) y las mutaciones por no disyunción (ocurren cuando uno o más cromosomas homólogos no se separan durante el anafase de la meiosis). Algunos ejemplos de mutaciones por no disyunción son el Síndrome de Down y el trastorno de Klinefelter.

GLOSARIO

- 1) **ADN; ácido desoxirribonucleico** = molécula que almacena la información genética de todos los organismos.
- 2) **alelo** = es cualquiera de las variantes o versiones de un gen que pueden darse en un locus específico.
- 3) **aneuploidía** = cambio en el número cromosómico (ej. 23 en el caso de los humanos), que puede dar lugar a enfermedades genéticas
- 4) **cariotipo** = organización, sobre un cuadro, de los cromosomas que posee un individuo; útil para localizar aneuploidías en humanos, como el síndrome Down.
- 5) **centrómero** = estructura celular que une dos cromátidas hermanas de un cromosoma.
- 6) **cromátida** = es la copia de un cromosoma.
- 7) **cromosoma** = filamento largo y continuo de ADN formado por numerosos genes y que almacena información genética.
- 8) **cromosomas homólogos** = cromosomas de la misma longitud, aspecto y secuencia de genes, aunque los alelos de uno y otro cromosoma pueden ser distintos.
- 9) **cruce dihíbrido** = cruzamiento entre dos organismos que involucra dos características o rasgos diferentes.
- 10) **cruce monohíbrido** = cruzamiento entre dos organismos que solo involucra un par de rasgos diferentes.

- 11) **cruzamiento** = apareamiento de dos organismos.
- 12) **cuadrado de Punnett** = modelo de predicción de todos los genotipos posibles que se pueden obtener a partir de un determinado cruzamiento o apareamiento.
- 13) **fenotipo** = conjunto de todas las características físicas de un organismo determinado que resultan de la interacción de su genotipo y el ambiente.
- 14) **gen** = es un trozo de ADN que proporciona un conjunto de instrucciones a una célula para que esta fabrique una determinada proteína o molécula de ARN (ácido ribonucleico). Cada gen tiene una ubicación específica (*locus*) en un par de cromosomas homólogos.
- 15) **genotipo** = conjunto de todos los rasgos codificados en la información genética de un organismo.
- 16) **mutación cromosómica** = una especie de mutación en la que un segmento cromosómico se transfiere a una posición en el mismo o en otro cromosoma.
- 17) **mutaciones cromosómicas (errores no disyunción)** = Estas mutaciones pueden ser por: trisomía, triploidía o monosomía.
- 18) **mutaciones cromosómicas (errores por disyunción)** = Estas mutaciones pueden ser por: eliminaciones, inserciones, inversiones o translocaciones.
- 19) **probabilidad** = posibilidad de que ocurra un suceso en particular.

PROCESO EDUCATIVO

Esta capacitación se ha dividido en Parte A y Parte B. Cada una de ellas contiene actividades de inicio, desarrollo y cierre para mejor entendimiento de todo el proceso educativo.

PARTE A HERENCIA: *CONOCIENDO LOS CROMOSOMAS*

INICIO

Durante esta parte se explora el conocimiento previo de los participantes acerca de los conceptos a desarrollar. Esto permite al capacitador reconocer concepciones alternas (*misconceptions*) que puedan tener los participantes y asegurarse que pueda corregir los mismos durante el proceso educativo.

1. Presentar la ilustración de un cromosoma para que el participante identifique la estructura del mismo (ver imagen A). El capacitador podrá colocar la imagen del cromosoma en *powerpoint* o una lámina en la pizarra.
2. El participante identificará mediante discusión socializada, las estructuras que conforman el cromosoma: centrómero, cromátida, gen, alelo y ADN. Luego, se darán las definiciones.
3. Mediante el uso del *powerpoint* se discute la relación del cromosoma en el proceso de herencia. Es decir, se explica que el cromosoma contiene la molécula que almacena la información genética que se hereda de padres a hijos.

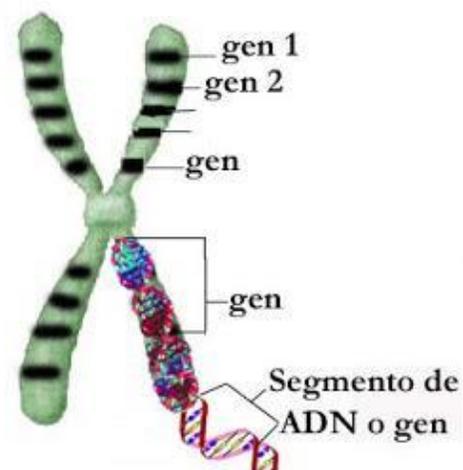
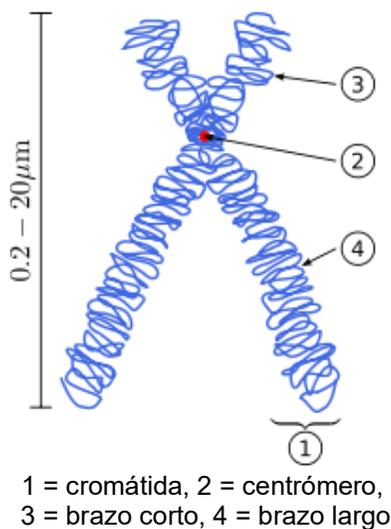


Imagen A

DESARROLLO

ACTIVIDAD #1: CARIOTIPO HUMANO

Hoja de Trabajo #1

- 1) El capacitador entregará el modelo de los cromosomas de la Hoja de Trabajo #1 para que los participantes recorten los cromosomas y completen la Hoja de Trabajo #2. Se espera que los participantes establezcan que los cromosomas sexuales son diferentes entre sí, el femenino es X y el masculino Y.
 - a. Se utilizará la Hoja de Trabajo #3 para distinguir las características de los cromosomas en los humanos (cariotipo). Esta hoja aparecerá en el *powerpoint*.

- 2) Mostrar en el *powerpoint* una tabla con ejemplos de cariotipos de diferentes especies (ver *Tabla #1*)

Tabla #1: Cariotipos de diferentes especies

Organismos	Número de pares de cromosomas (gametos, n)	Número de cromosomas ($2n$)
humano	23	46
gorila	24	48
perro	39	78
mosca de la fruta	4	8
abeja	8	16
Mariposa (<i>Heliconius sp.</i>)	21	42
repollo	9	18
papa	24	48
maíz	10	20

Referencias consultadas: Libros Biología La Dinámica de la Vida de McGraw Hill, p. 299, Senior Biology 1 de BioZone, p. 153

Usando la *Tabla #1* como referencia, el capacitador preguntará:

- a. ¿Cuántos pares de cromosomas tienen los seres humanos?

Respuesta esperada: 23 pares de cromosomas

- b. ¿Qué información nos presenta la tabla?

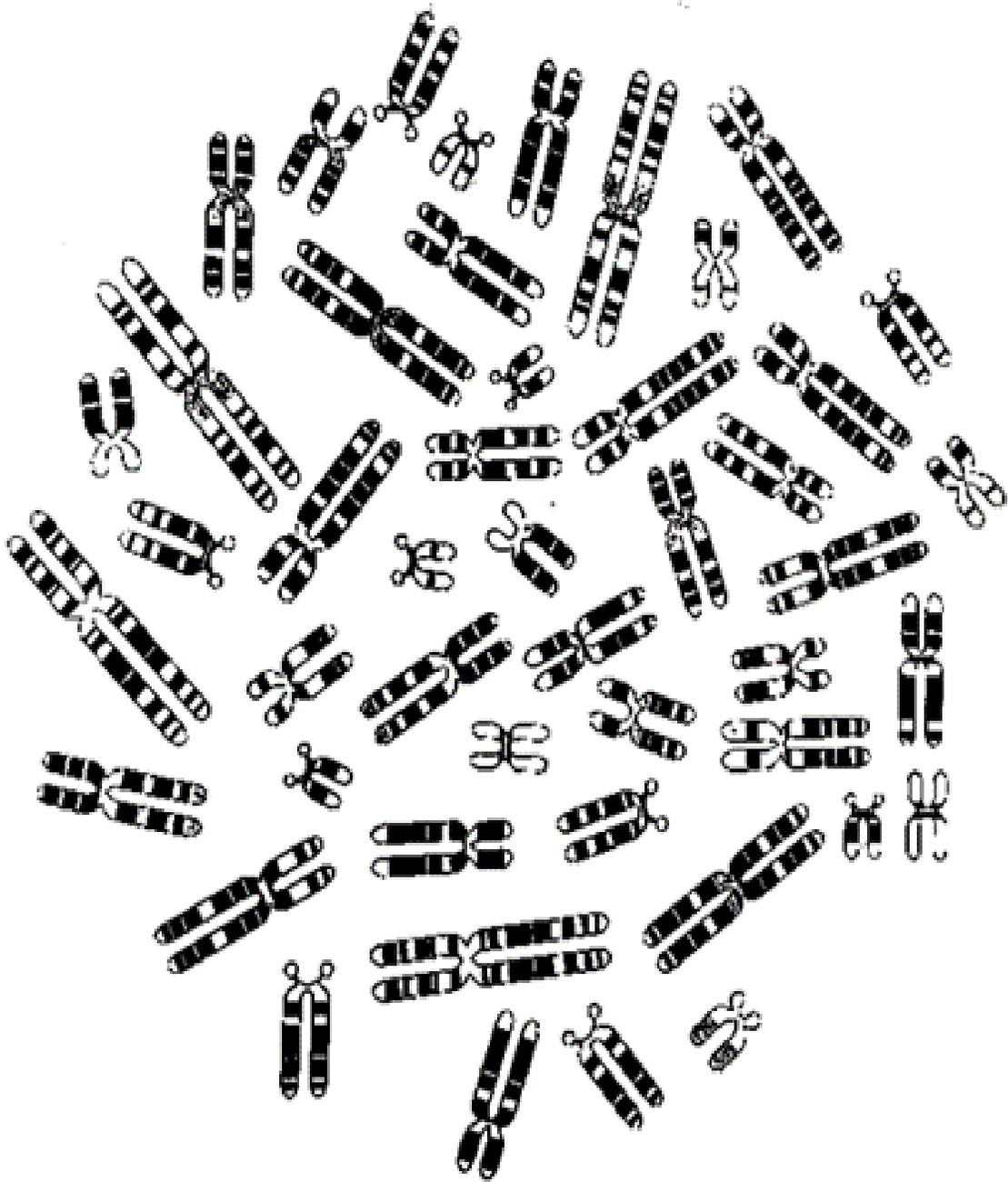
Respuesta esperada: Los participantes indican que cada especie tiene diferentes números de pares de cromosomas.

- Se puede nombrar algún ejemplo de la tabla para que los participantes indiquen el número de par de cromosomas de esa especie.
- Se espera que algún participante pregunte qué significa el número de cromosomas $2n$ de la tabla (ver columna 3 de la *Tabla #1*). De no surgir la pregunta, el capacitador deberá explicar que cada par de cromosomas está compuesto por un par de cromosomas homólogos, uno que procede de la madre y otro del padre.

- 3) El capacitador debe explicar que cada especie tiene diferente número de cromosomas y a esto es lo que llamamos **cariotipo** (*karyotype*).
- 4) Se divide la clase en grupos de 4 participantes y a cada grupo se le entrega el cariotipo de seres humanos con alguna mutación cromosómica (*Hoja de Trabajo #4*). No se indica a los participantes que hay una mutación cromosómica, simplemente se le indica que observen el cariotipo humano que se le está entregando.
 - a. La Hoja de Trabajo #4a presenta el cariotipo humano con *síndrome Down*, la Hoja de Trabajo #4b presenta el síndrome *Turner* y la Hoja de Trabajo #4c el síndrome *Klinefelter*.
- 5) El grupo comparará la imagen que se le entrega (*Hoja de Trabajo #4*), con la que había trabajado anteriormente (*Hoja de Trabajo #3*).
 - Se espera que los participantes observen que hay cambios en el número de cromosomas del cariotipo humano que se les entregó al final.
- 6) El capacitador indica que señalen las diferencias y similitudes que se encuentran en las imágenes.
 - Se espera que los participantes que tienen la imagen del síndrome *Down* indiquen que hay tres cromosomas en la posición 21, que los que tengan la imagen del síndrome *Turner* tendrán un cromosoma X en la posición 23, y los que tengan la imagen del síndrome *Klinefelter* tendrán tres cromosomas en la posición 23 (XXY).
- 7) El capacitador pregunta a los participantes si conocen el nombre que se le da a los cambios ocurridos en los cariotipos.
- 8) Si los participantes no indican el concepto, el capacitador procederá a la presentación de PowerPoint para definir el concepto mutaciones cromosómicas y los tipos de mutaciones cromosómicas (errores por disyunción y no disyunción)
 - **mutación cromosómica** = una especie de mutación en la que un segmento cromosómico se transfiere a una posición en el mismo o en otro cromosoma.
 - **mutaciones cromosómicas (errores no disyunción)** = Estas mutaciones pueden ser por: trisomía, triploidía o monosomía.
 - **mutaciones cromosómicas (errores por disyunción)** = Estas mutaciones pueden ser por: eliminaciones, inserciones, inversiones o translocaciones.

Instrucciones:

- 1) Recorta los cromosomas. Crea tantas parejas como sea posible entre ellos.
- 2) Pega los cromosomas en la Hoja de Trabajo #2.
- 3) Utiliza la Hoja de Trabajo #3 como referencia.



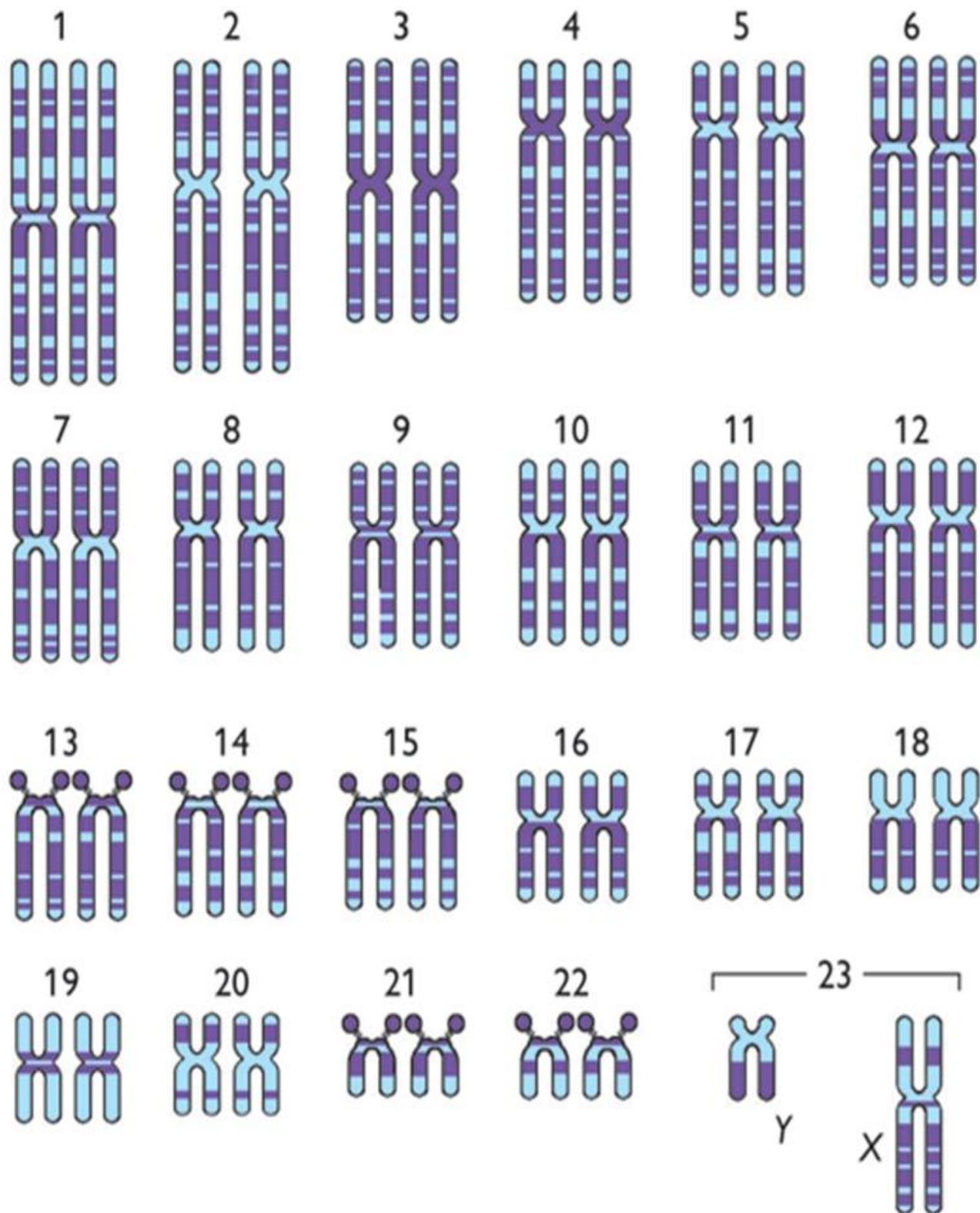
Instrucciones:

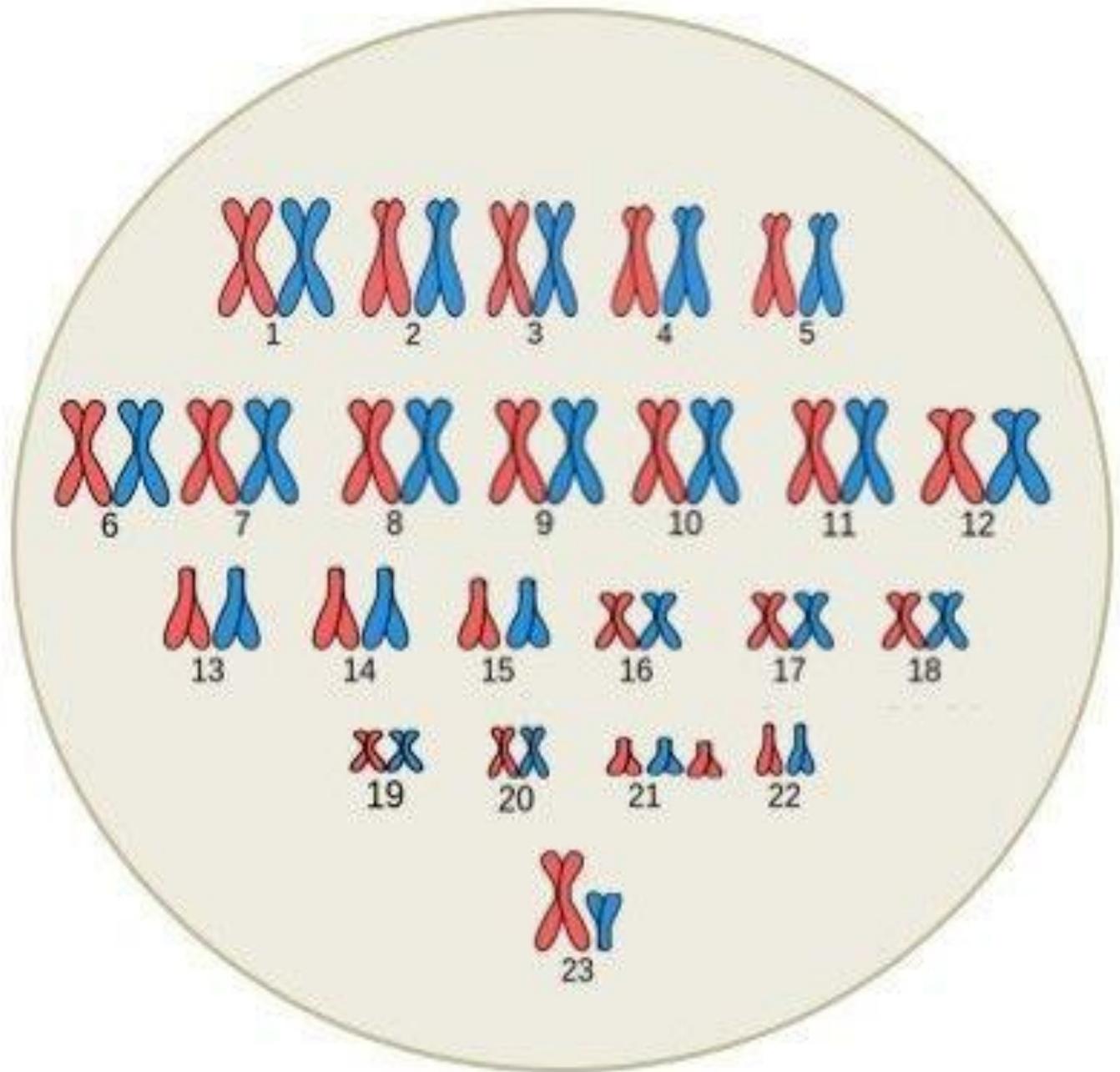
1) Pegar los cromosomas de la hoja de trabajo #1 en los espacios correspondientes.

1	2	3	4	5

6	7	8	9	10	11	12
13	14	15		16	17	18

19	20	21	22	cromosomas sexuales	

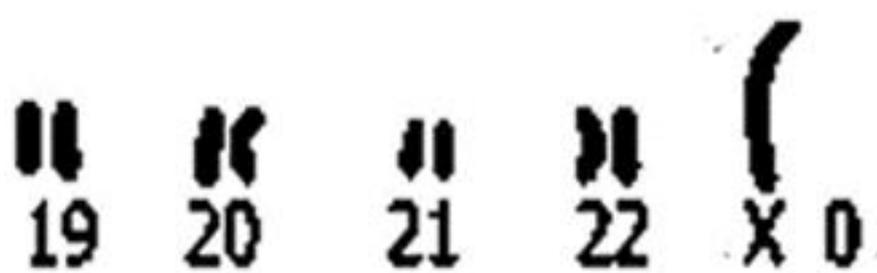
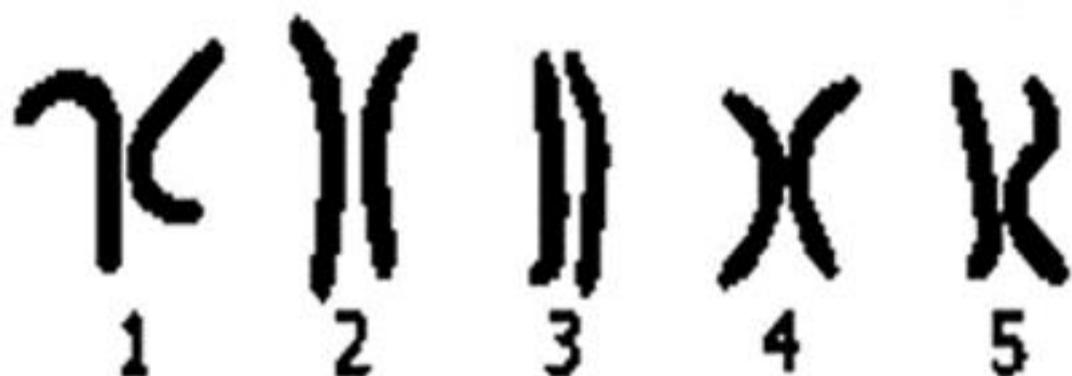




ACTIVIDAD #1: CARIOTIPO HUMANO

Hoja de Trabajo #4b





23

CIERRE

- 1) En discusión socializada, el capacitador terminará la clase con la siguiente pregunta:
Ya conocemos que los cromosomas tienen los genes o características hereditarias,
¿cómo piensas que las características pueden pasar de generación en generación?

Respuesta esperada: cuando ocurre la reproducción sexual, las características de ambos progenitores pasan a su prole (hijos), y así sucesivamente.

PARTE B HERENCIA: CRUCES Y PROBABILIDAD

INICIO

- 1) El capacitador explora el concepto probabilidad, mediante la técnica de torbellino de ideas. Usar el *powerpoint* para explicar brevemente el concepto probabilidad.
- 2) En grupos cooperativos, se realizará la Actividad #2.

ACTIVIDAD #2: ¿CÓMO SE APLICAN LAS LEYES DE PROBABILIDAD?

Hoja de Trabajo # 5

Materiales:
2 monedas iguales

Pasos a seguir:

- 1) En grupos de trabajo de 4 participantes, tirarás al aire 2 monedas al mismo tiempo. Un compañero de tu equipo anotará los resultados en la tabla de datos de la hoja de trabajo bajo las respectivas columnas: **Caras/caras, Caras/cruces, Cruces/cruces.**
- 2) En la Hoja de Trabajo #5 se incluye un ejemplo.
- 3) Primero, tira las 2 monedas 10 veces. Anota los resultados en la Tabla de datos #1A.
- 4) Repite el mismo procedimiento tirando las monedas 20 veces. Anota los resultados en la Tabla #1B.
- 5) Por último, tira las monedas 30 veces. Anota los resultados en la Tabla #1C. Para cada serie de tiradas, determina la razón de Caras/caras, Caras/cruces, Cruces/cruces. Anota el total de tus resultados en la Tabla #2 (resumen).
- 6) Imagínate que las monedas representan características de los seres vivos que se reproducen sexualmente. Una moneda representará la posible variante de una característica que provenga de la madre y la otra moneda la posible variante de la misma característica que provenga del padre. Sigue la leyenda para sustituir los resultados de la tabla #2 y escríbelos en la tabla #3.
- 7) Contesta las preguntas de análisis.

ACTIVIDAD #2: ¿CÓMO SE APLICAN LAS LEYES DE PROBABILIDAD?

Hoja de Trabajo #5

Tabla #1A: Resultados al tirar las monedas 10 veces

Tiradas	Caras/Caras	Caras/Cruces	Cruces/Cruces
1			
2			
3			

4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Total			

Tabla #1B: Resultados al tirar las monedas 20 veces

Tiradas	Caras/Caras	Caras/Cruces	Cruces/Cruces
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
Total			

Tabla #1C: Resultados al tirar las monedas 30 veces

Tiradas	Caras/Caras	Caras/Cruces	Cruces/Cruces
1			
2			
3			
4			
5			
6			

7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
Total			

Tabla #2: Razón de los resultados al tirar las monedas

Tiradas	Caras/Caras	Caras/Cruces	Cruces/Cruces
10			
20			
30			

Tabla #3: Resultados al tirar las monedas (*características de seres vivos donde la letra t representa la altura de la planta*)

Tiradas	TT	Tt	tt
10			
20			
30			

Leyenda:

T = plantas altas, t = plantas bajas

TT = cara/cara, Tt = cara/cruz, tt = cruz/cruz

Preguntas de Análisis:

- 1) Cuando tiraste 2 monedas 30 veces, ¿qué combinación fue más frecuente: cara/cara, cara/cruz o cruz/cruz? ¿Cuál fue la razón de cara/cara, cara/cruz y cruz/cruz?
- 2) Cuando tiraste las monedas que representaban las características de ser alto y ser bajo, ¿cuál fue la razón de TT, Tt y tt en 10 tiradas? ¿Y en 30 tiradas?
- 3) Si imaginamos que las monedas representan las características de las plantas, de los resultados anotados para las 30 tiradas, ¿cuál es la razón de plantas altas a bajas?

NOTA: Se espera que los participantes presenten dificultad al contestar estas preguntas, ya que aún no se ha discutido los conceptos relacionados con la genética.

Ejemplo de cómo completar las tablas

En un experimento Ana obtuvo los siguientes resultados al tirar las monedas 10 veces:

Tabla #1: Resultados al tirar las monedas 10 veces

Tiradas	Caras/Caras	Caras/Cruces	Cruces/Cruces
1		X	
2			X
3		X	
4			X

5			X
6			X
7			X
8	X		
9	X		
10		X	
Total	2	3	5

Ejemplo:

Tabla #2: Razón de los resultados al tirar las monedas

Tiradas	Caras/Caras	Caras/Cruces	Cruces/Cruces
10	2/10	3/10	5/10

DESARROLLO

- 1) En una clase guiada, el capacitador hará referencia a la Hoja de Trabajo #6 y comenzará la discusión con los participantes.

La dinámica será dirigida por preguntas y respuestas. Se utilizará la **Hoja de Trabajo #6: Mendel y los cruces**, para discutir los conceptos: probabilidad, alelos, cruzamiento, cruce monohíbrido y cruce dihíbrido, genotipo y fenotipo. La Hoja de Trabajo #6 se completará en discusión socializada. Ver a continuación, las instrucciones de CLASE GUIADA UTILIZANDO POWERPOINT Y HOJA DE TRABAJO #6.

CLASE GUIADA UTILIZANDO POWERPOINT Y HOJA DE TRABAJO #6

- 1) El capacitador indica a los participantes que en la Hoja de Trabajo #6, se sustituyó las monedas por letras, que representaban los alelos que codifican para las características de los seres vivos.
- 2) **Pregunta:** ¿Qué pueden notar en las letras usadas?, ¿son iguales, diferentes?
Respuesta esperada: Se espera que los participantes indiquen que son la misma letra, pero están representadas en mayúsculas y en minúsculas.

3) Ahora en lugar de usar la tabla de la Hoja de Trabajo #6, vamos a ubicar las letras en un cuadrado. El capacitador muestra la imagen del cuadrado de Punnett en el *powerpoint* (sin decir cómo se llama).

4) **Pregunta:** ¿Conoce alguien cómo se le llama a este cuadrado?

Respuesta esperada: Puede ser que algún participante mencione el concepto cuadrado de Punnett. De no surgir el concepto, en ese momento el capacitador utilizará la presentación en *power point* para explicar datos sobre los trabajos de Mendel y qué es el cuadrado de Punnett. El capacitador explicará cómo se colocan las letras (que representan los alelos) en el cuadrado para no generar conceptos alternos. Recordar explicar que el cuadrado está dividido en 4. Por lo tanto, es $\frac{1}{4}$ ó 25%.

Luego, entregará la Hoja de Trabajo #6.

5) El capacitador indicará a los participantes que observen el cuadrado de Punnett #1 de su Hoja de Trabajo #6.

6) **Pregunta:** ¿Qué dijimos que representan las letras que aparecen en el cuadrado de Punnett?

Respuesta esperada: Se espera que los participantes indiquen que representan los alelos que están en los gametos del individuo.

7) **Pregunta:** ¿Qué letras quedarán en el cuadrado #1, #2, #3 y #4?

Respuesta esperada: Se espera que los participantes indiquen que en el cuadrado #1 las letras serán TT, en los cuadrados #2 y #3 Tt, y en el #4 tt.

8) **Pregunta:** Si ya conocemos que cada cuadrado pequeño representa el 25% de un total de 100%, ¿qué % está presente de cada combinación de letras/alelos?

Respuesta esperada: Se espera que los participantes indiquen que: 25% TT, 50% Tt y 25% tt.

9) El capacitador indicará que coloquen las respuestas en la tabla que se encuentra en la Hoja de Trabajo #6. Usando el *powerpoint*, se explicará que somos organismos diploides (2n) y colocar una imagen del proceso de meiosis.

10) **Pregunta:** ¿Conoces cómo se les llama a los rasgos genéticos que están representados con letras en mayúsculas y en minúsculas? ¿Y los que se representan con ambas letras iguales?

Respuesta esperada: Puede ser que los participantes desconozcan la respuesta. El capacitador procederá a indicar que las características que están representadas con letras en

mayúsculas, se conocen como rasgo dominante (homocigoto dominante), las que están en minúsculas, rasgos recesivos (homocigoto recesivo), y las que se representan con ambas letras se conocen como híbridos o heterocigótico. A estos rasgos: homocigoto dominante, homocigoto recesivo e híbrido, se les conoce como el genotipo.

11) **Pregunta:** Con la información que tenemos hasta ahora, ¿Qué % de plantas son altas?

Respuesta esperada: Se espera que los participantes indiquen que el 25% de las plantas serán altas (TT) y posiblemente, algunos indiquen 75% (25% TT + 50% Tt), la cuál sería la respuesta correcta.

12) **Pregunta:** Entonces, ¿qué % de plantas son bajas?

Respuesta esperada: Se espera que los participantes indiquen que el 25% serán bajas (tt).

13) **Pregunta:** ¿Conoces cómo se le llama a las características físicas que están representadas con letras en mayúsculas y en minúsculas? ¿Y las que se representan con ambas letras?

Respuestas esperadas: Puede ser que los participantes desconozcan la respuesta. El capacitador procederá a indicar que a estas combinaciones que representan las características físicas se le llama fenotipo.

14) El capacitador indicará que completen la tabla en su Hoja de Trabajo #6.

ACTIVIDAD #2: MENDEL Y LOS CRUCES

Hoja de Trabajo #6

Instrucciones:

- 1) Sigue las instrucciones del capacitador. Completa el cuadrado y la tabla en la discusión socializada.

A. Completa el cruce que se presenta a continuación:

X	T	t
T	1	2
t	3	4

Leyenda:

T = _____

t = _____

B. Observando el cuadrado de la parte A, siguiendo la discusión socializada, completa la tabla. En las líneas que se te proveen en la tabla, escribe otro nombre para rasgos genéticos y para características físicas: Ver Power Point.

Rasgos Genéticos	%	Características físicas	%
_____		_____	
TT			
Tt			
tt			

- 2) En forma individual, los participantes completarán la **Hoja de Trabajo #7: Apareamiento de dos organismos**, para resolver ejercicios de cruces monohíbridos y cruces dihíbridos. (mostrar en el *powerpoint* un ejemplo de un cruce dihíbrido).

CLAVE

CLASE GUIADA UTILIZANDO POWERPOINT Y HOJA DE TRABAJO #6

ACTIVIDAD: MENDEL Y LOS CRUCES

Hoja de Trabajo #6

Instrucciones:

- 1) Sigue las instrucciones del capacitador. Completa el cuadrado y la tabla en la discusión socializada.

A. Completa el cruce que se presenta a continuación:

X	T	t	
T	1 TT	2 Tt	
t	3 Tt	4 tt	

Leyenda:

T = plantas altas

t = plantas bajas

B. Observando el cuadrado de la parte A, siguiendo la discusión socializada, completa la tabla de los rasgos genéticos y características físicas:

Rasgos Genéticos <u>genotipo</u>	%	Características físicas <u>fenotipo</u>	%
TT	25	Plantas altas	75
Tt	50	Plantas altas	
tt	25	Plantas bajas	25

ACTIVIDAD #3: APAREAMIENTO DE DOS ORGANISMOS

Hoja de Trabajo #7

A. Completa el siguiente cruce monohíbrido:

x A a

A		
A		

Observando el cruce monohíbrido, completa la tabla:

Genotipo	Razón	%	Fenotipo	Razón	%

B. RETO: Cruce dihíbrido

X BL BI bL bl

BL				
-----------	--	--	--	--

Alelos (leyenda)

B = ratón blanco

b = ratón negro

L = pelo largo

l = pelo corto

BI

bL

BI

Observando el cruce dihíbrido, completa la tabla:

Genotipo	Razón	%	Fenotipo	Razón	%

A. Completa el siguiente cruce monohíbrido:

x **A** **a**

A	AA	Aa
A	AA	Aa

Observando el cruce monohíbrido, completa la tabla:

Genotipo	Razón	%	Fenotipo	Razón	%
AA	2/4	50	Flores blancas	4/4	100
Aa	2/4	50	Flores blancas		

Cruce dihíbrido

x **BL BI bL bl**

BL	BBLL	BbLI	BbLL	BbLI	C
BI	BbLI	BBII	BbLI	BbII	
bL	BbLL	BbLI	bbLL	bbLI	
bl	BbLI	BbII	bbLI	bbII	

Alelos (leyenda)

B = ratón blanco

b = ratón negro

L = pelo largo

I = pelo corto

Cruce dihíbrido, completa la tabla

Genotipo	Razón	%	Fenotipo	Razón	%
BBLL	1/16	6%	Blanco, pelo largo	9/16	56%
BbLI	2/16	13%	Blanco pelo largo		
BbLL	2/16	13%	Blanco, pelo largo		
BbLI	4/16	25%	Blanco, pelo largo		
BBII	1/16	6%	Blanco, pelo corto	3/16	19%
BbII	2/16	13%	Blanco, pelo corto		
bbLL	1/16	6%	Negro, pelo largo	3/16	19%
bbLI	2/16	13%	Negro, pelo largo		
bbII	1/16	6%	Negro, pelo corto	1/16	6%

CIERRE

ACTIVIDAD #4: DESCRIBIENDO MI FENOTIPO Y GENOTIPO

Hoja de Trabajo #8

Instrucciones:

- 1) En forma individual, usando las descripciones y las letras para representar las características humanas, determina tu genotipo y fenotipo. Anota tus datos en la tabla #1. **Recuerda escribir los alelos para identificar las características y el alelo expresado para cada una. Mira el ejemplo dado por tu maestra.**
- 2) Selecciona a un compañero del grupo. Luego, usando el cuadrado de Punnett realiza un cruce monohíbrido con su fenotipo y el tuyo, para la característica del **pulgar**. Realiza este mismo paso con las otras características. Determina el fenotipo y genotipo de tu hijo #1. **Recuerda que cada característica tiene 2 alelos, selecciona uno de los 2 para realizar tu cruce. Anota los datos en la tabla #2.**
- 3) Repite el paso #2 con otro compañero de tu clase. Estos datos recopilados representarán el fenotipo y genotipo de tu hijo #2. Anota los datos en la tabla #3.

Ejemplo:

Tabla #1: Describiendo mi fenotipo y genotipo

Tus Rasgos	Pulgar		Lóbulos de las orejas		Mentón hendido		Uso de mano (izquierda/derecha)		Cierre de mano	
	Alelos	Alelo expresado	Alelos	Alelo expresado	Alelos	Alelo expresado	Alelos	Alelo expresado	Alelos	Alelo expresado
fenotipo	pulgar normal/ pulgar con extensión	pulgar normal - recesivo	lóbulo libre/ pegado	lóbulo libre - dominante	mentón hendido/ normal	mentón normal recesivo	derecha/ izquierda	derecha dominante	dedo izquierdo arriba/ derecho arriba	dedo izquierdo arriba dominante
genotipo	Hh	h	Ff	F	Dd	d	Rr	R	Cc	C

Tablas de datos:

Tabla #1: Describiendo mi fenotipo y genotipo

Tus Rasgos	Pulgar		Lóbulos de las orejas		Mentón hendido		Uso de mano (izquierda/derecha)		Cierre de mano	
	Alelos	Alelo expresado	Alelos	Alelo expresado	Alelos	Alelo expresado	Alelos	Alelo expresado	Alelos	Alelo expresado
fenotipo										
genotipo										

Tabla #2: Fenotipo y genotipo hijo #1

Hijo #1	Pulgar	Lóbulos de las orejas	Mentón hendido	Pelo en el medio del dedo	Uso de mano (izquierda/derecha)	Cierre de mano
fenotipo						
genotipo						

Tabla #3: Fenotipo y genotipo hijo #2

Hijo #2	Pulgar	Lóbulos de las orejas	Mentón hendido	Pelo en el medio del dedo	Uso de mano (izquierda/derecha)	Cierre de mano
fenotipo						
genotipo						

Preguntas de análisis:

- 1) Según tus datos en la Tabla #1, compara tus alelos expresado e indica si coinciden o no con la dominancia de las características utilizadas.

Respuesta esperada: Sí o no, puede variar.

- 2) Si alguna de tus características expresadas no coincidió con la dominancia, explica qué pudo causar que tus alelos se expresaran de esa manera.

Respuesta esperada: Los dos alelos son recesivos.

Ejemplos de Genotipos Humanos

Uso de mano		Cierre de mano	
Dominante	Recesivo	Dominante	Recesivo
			
Fenotipo: mano derecha	Fenotipo: mano izquierda	Fenotipo: dedo izquierdo arriba	Fenotipo: dedo derecho arriba
Alelo: R	Alelo: r	Alelo: C	Alelo: c

Hiperextensión del pulgar		Mentón hendido	
Dominante	Recesivo	Dominante	Recesivo
			
Fenotipo: pulgar con extensión	Fenotipo: pulgar normal	Fenotipo: mentón hendido	Fenotipo: mentón normal
Alelo: H	Alelo: h	Alelo: D	Alelo: d

Lóbulos de las orejas	
Dominante	Recesivo

	
Fenotipo: lóbulo libre	Fenotipo: lóbulo pegado
Alelo: F	Alelo: f

Actividad adicional para repasar los conceptos

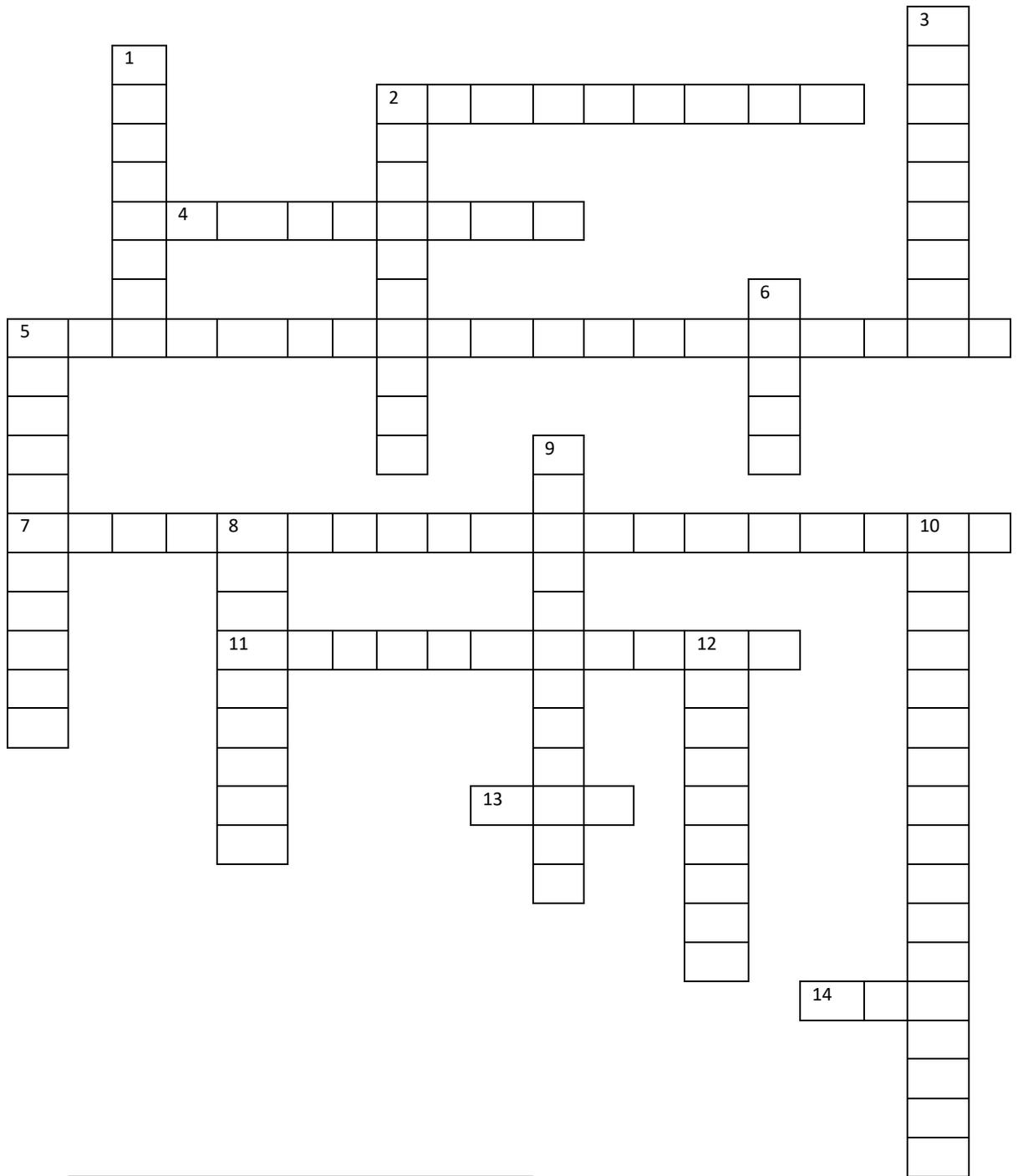
- 1) En forma individual, completar la **Hoja de Trabajo #9: Crucigrama: Lo que dice mi futuro**, para repasar los conceptos aprendidos. Los conceptos repasados en el crucigrama aparecen definidos en el glosario.

Crucigrama: Lo que dice mi futuro

Hoja de Trabajo #9

Instrucciones:

- A. Completa el crucigrama para resumir los conceptos estudiados.



Horizontal	Vertical
------------	----------

<p>2. Es un filamento largo y continuo de ADN formado por numerosos genes y que almacena información genética.</p> <p>4. Al conjunto de todas las características físicas de un organismo determinado se le conoce como _____.</p> <p>5. Son los cromosomas de la misma longitud, aspecto y secuencia de genes, aunque los alelos de uno y otro cromosoma pueden ser distintos.</p> <p>7. Se refiere a una especie de mutación en la que un segmento cromosómico se transfiere a una posición en el mismo o en otro cromosoma.</p> <p>11. Se le conoce como cruce _____ al cruzamiento entre dos organismos que solo involucra un par de rasgos diferentes.</p> <p>13. Es la molécula que almacena la información genética de todos los organismos.</p> <p>14. Es un segmento de ADN que proporciona un conjunto de instrucciones a una célula para que esta fabrique una determinada proteína.</p>	<p>1. Al conjunto de todos los rasgos codificados en la información genética de un organismo se le conoce como _____.</p> <p>2. Es la estructura celular que une dos cromátidas hermanas de un cromosoma.</p> <p>3. Es la organización, sobre un cuadro, de los cromosomas que posee un individuo; útil para localizar aneuploidias en humanos, como el síndrome Down.</p> <p>5. Es el apareamiento de dos organismos.</p> <p>6. Un _____ es cualquiera de las variantes o versiones de un gen que pueden darse en un locus específico.</p> <p>8. A la mitad de un cromosoma se le llama _____.</p> <p>9. Es la posibilidad de que ocurra un suceso en particular.</p> <p>10. Es un modelo de predicción de todos los genotipos posibles que se pueden obtener a partir de un determinado cruzamiento o apareamiento.</p> <p>12. Se le conoce como cruce _____ al _____ cruzamiento entre dos organismos que involucra dos características o rasgos diferentes.</p>
---	---

Crucigrama: Lo que dice mi futuro **CLAVE**

Hoja de Trabajo #9

Instrucciones:

A. Completa el crucigrama para resumir los conceptos estudiados.

¹G

³ C
A

