

KIT MODELANDO LA MITOSIS Y LA MEIOSIS

Resumen

La mitosis y la meiosis pueden ser conceptos difíciles de entender por parte de los estudiantes y procesos desafiantes de explicar por parte de los profesores. El kit modelando la meiosis y la mitosis permite a los profesores y estudiantes usar piezas manipulables para visualizar los procesos de mitosis y meiosis como ocurren en la mayoría de las células animales y simular procesos de variación genética modelando los crossing-over.

El kit de 8 estaciones sirve para una clase de 32 estudiantes trabajando cooperativamente en grupos de cuatro. El kit de una estación es ideal para clases en casa, grupos pequeños y para demostraciones del profesor. Varios kit de 1 estación sirven para clases pequeñas. Este Manual del Profesor comprensivo entrega opciones para la preparación y gestión de la clase, actividades de extensión y las respuestas a las preguntas de la Guía del Estudiante. La Guía del Estudiante fotocopiable incluye antecedentes para los estudiantes, instrucciones detalladas de la actividad, ilustraciones y preguntas evaluativas.

Materiales

El kit Modelando la Mitosis y la Meiosis de una estación incluye un set de modelo de cromosoma. El kit de ocho estaciones incluye ocho sets de modelo. Cada set incluye las piezas del modelo listadas a continuación*:

- 2 pares de autosomas
- 2 pares de cromosomas de sexo femenino (X)
- 1 par de cromosomas de sexo masculino (Y)
- 4 fragmentos de cromosoma, 2 celestes y dos azules
- 8 genes diamantes (4 alelos amarillos y 4 alelos rosados)
- 8 genes rectangulares (4 alelos amarillos y 4 alelos rosados)
- 8 genes ovalados (4 alelos amarillos y 4 alelos rosados)

Necesario pero no incluido (para cada estación)

- 1 trozo de hilo o cuerda de 122 cm de largo
- 1 trozo de hilo o cuerda de 69 cm de largo
- 1 trozo o cuerda de 240 cm de largo

*La Guía del Estudiante incluye una clave para definir las piezas del modelo.

Opciones de Clases

Las tres actividades del kit Modelando la Mitosis y la Meiosis están diseñadas para permitirle un gran grado de flexibilidad al profesor y estudiantes. Cada actividad se puede llevar a cabo en aproximadamente 50 minutos. Si se tienen disponibles varios sets de piezas del modelo, se pueden configurar varios centros de actividad, cada uno con un foco y actividad diferentes. Los estudiantes o grupos pueden rotar entre los centros de actividad. Puedes querer que los estudiantes respondan las preguntas de evaluación en una hoja de papel por separado.

Claves para el Profesor(a)

- Este set de piezas manipulables de cromosomas está diseñado para que las cromátidas hermanas se puedan conectar en el centrómero, representado por un gran botón en algunas cromátidas y una hendidura complementaria en la cromátida correspondiente. Asegúrate de que los alumnos se den cuenta que en la realidad los centrómeros están presentes solo cuando su cromátida hermana replicada está conectada.
- En las actividades 1, 2 y 3, los estudiantes simulan la citocinesis pellizcando un bucle cerrado de cuerda o hilo hacia adentro hasta que parezcan dos células separadas. Enfatice a los estudiantes que esta es una simulación simplificada de la división de una célula en dos células. Puede referirlos a la Figura 5 de la sección Antecedentes.

Preparación

- Fotocopie la Guía del Estudiante que está al final de este Manual para cada estudiante de la clase.
- Puedes ahorrar tiempo de la clase si tienes cortados con anticipación los hilos o cuerdas para los bucles de cuerdas que simulan las membranas celulares. Distribuye las cuerdas con los set modelo de cromosomas o colócalos en los centros de actividad que corresponda y modifica las instrucciones de la actividad como corresponda.

Instrucciones

Actividad 1: Modelando Mitosis

Conocimiento Requerido

Asegúrate que los estudiantes tienen un conocimiento previo de los siguientes conceptos y términos: autosomas, división celular, cromosomas, replicación de cromosomas, genes, mitosis y cromátidas hermanas.

Procedimiento

Lee la Guía del Estudiante con las instrucciones paso a paso para esta actividad.

Preguntas

1. Define interfase y describe qué pasa durante esta parte del ciclo celular.

Interfase es el período entre divisiones celulares. Durante la interfase, una célula crece, replica su cromosoma y produce y ensambla las estructuras celulares requeridas para la división celular.

2. Define mitosis en términos de material genético en la célula original y la célula hija

La mitosis es la división del material genético dentro de una célula, una parte crítica del proceso de generar dos células hijas genéticamente idénticas a partir

de una célula madre. La mitosis asegura que las células hijas tengan el mismo material genético que la célula madre.

3. Haz una lista de las cuatro etapas de la mitosis y el paso final de la división celular mitótica.

Las cuatro fases de la mitosis son profase, metafase, anafase y telofase. El paso final para la división celular mitótica es la citoquinesis. En la célula animal, es la división o "pellizco" del citoplasma de la célula parental para formar dos células hijas separadas.

Actividad 2: Modelando la Meiosis

Conocimiento Previo

Asegúrate que los estudiantes tengan conocimiento previo de los siguientes conceptos y términos: cromátida, diploide, gametos, haploide, cromosomas homólogos, meiosis y tétrada.

Procedimiento

Lee la Guía del Estudiante con las instrucciones paso a paso para esta actividad.

Preguntas

1. ¿En qué se diferencia la mitosis de la meiosis?

Las respuestas van a variar, pero las respuestas de los estudiantes deben reflejar el conocimiento que la no replicación del cromosoma ocurre durante la meiosis II.

2. ¿Cuáles son algunas diferencias específicas entre los procesos de meiosis y mitosis? Incluye en tu respuesta una comparación del resultado final de los dos procesos.

En la mitosis, una célula madre diploide se divide para producir células hijas diploides que son genéticamente idénticas a la célula madre. La meiosis ocurre en organismos de reproducción sexual para crear células sexuales que

contienen la mitad de cromosomas que la célula original. En la meiosis, una célula diploide madre produce cuatro células haploides que son genéticamente diferentes unas de otras y de la célula madre.

Las células que pasan por una mitosis se dividen solo una vez. Una célula que pasa por una meiosis pasa por dos divisiones celulares. Los cromosomas no forma tétradas durante la mitosis, pero los pares homólogos de cromátidas hermanas si forman tétradas, grupos de cuatro cromátidas, durante la profase I de la meiosis I. Además, no hay crossing-over durante la mitosis, pero si ocurre crossing-over durante la meiosis I.

3. Si los gametos de un organismo tienen 14 cromosomas, ¿cuántos cromosomas tendrán las otras células del cuerpo, las células somáticas del organismo?

28

Actividad 3: Modelando el Crossing-Over

Conocimiento Previo

Asegúrate que los estudiantes tengan conocimiento previo de los siguientes conceptos y términos: crossing-over, genes, cromosomas homólogos, meiosis y tétradas.

Procedimiento

Lee la Guía del Estudiante con las instrucciones paso a paso para esta actividad.

Preguntas

Lee la Guía del Estudiante con las instrucciones paso a paso para esta actividad.

1. Examina cada uno de los autosomas de los cuatro gametos que has modelado y comparado con el dibujo del par de autosomas original. ¿Cuán diferentes son del par de autosomas original? ¿Cómo son diferentes?

Las respuestas van a variar, pero los estudiantes deben reflejar el conocimiento del intercambio genéticos de información entre cromosomas homólogos en una tétrada durante la meiosis I.

2. Tomas dos gametos de tu modelo y simula una fertilización pareando los autosomas y cromosomas sexuales de los dos gametos. ¿Tiene la nueva célula fertilizada cromosomas y alelos idénticos a aquellos de la célula original? De no ser así, explica cómo y por qué son diferentes.

Las respuestas van a variar pero la respuesta del estudiante debe reflejar el conocimiento de que el proceso de crossing-over conduce a la variación genética entre los padres y la descendencia.

Actividades de Extensión

- Pida a sus estudiantes que usen el set de modelos de cromosomas para modelar escenarios de herencia. Motive a los alumnos a asignar diferentes atributos al modelo de genes, de manera tal que se modelan características usando los rectángulos, óvalos y diamantes amarillos y rosados. Puedes querer usar esta actividad para evaluar la comprensión de los estudiantes de algunos conceptos adicionales cubiertos en estos escenarios de herencia como dominancia, recesividad, trazas homocigóticas, traza heterocigóticas y tasas de herencia.
- Haga que los estudiantes repitan las actividades de mitosis y meiosis usando pares de cromosomas múltiples para cada actividad.

NOMBRE

FECHA

Kit Modelando la Mitosis y la Meiosis

Resumen

Durante las siguientes actividades, vas a usar piezas de un modelo de cromosoma para visualizar los procesos celulares de mitosis y meiosis como ocurren en la mayoría de las células animales y también vas a simular procesos de variación genética modelando el crossing-over y la variedad independiente de cromosomas.

Antecedentes

La **mitosis** y la **meiosis** son los medios mediante los cuales la información genética, el ADN contenido dentro de las estructuras llamadas **cromosomas**, se pasa de una generación de células a la siguiente. En la mitosis, el núcleo de una célula **diploide** (que contiene cromosomas replicados) se divide. El resultado de la mitosis es dos células que son genéticamente idénticas, con el mismo número de cromosomas (diploide) que la célula madre. En la meiosis, el núcleo de una célula diploide, que contiene un set completo de cromosomas, se divide dos veces. Durante la primera de estas dos divisiones, la información genética se intercambia entre cromosomas homólogos. El resultado de la meiosis es cuatro células **haploides**, genéticamente diferentes llamados **gametos**, cada uno con la mitad de cromosomas de la célula madre.

En términos de vida de una célula, la reproducción celular es una parte crucial pero relativamente corta del proceso en marcha conocido como ciclo celular. El período más largo entre divisiones celulares se llama **interfase**. Durante la interfase, la célula crece, replica sus cromosomas y produce y ensambla las estructuras celulares necesarias para la división celular.

En la mayor parte del ciclo celular, los cromosomas están dispersos en el núcleo de la célula. Sin embargo, durante la replicación cromosómica, los cromosomas se reorganizan para formar una estructura estrechamente enrollada que puede ser vista bajo la luz de un microscopio. Cada mitad de la estructura del cromosoma se conoce como **cromátida** “hermana”. Las cromátidas están conectadas en un punto llamados **centrómeros**.

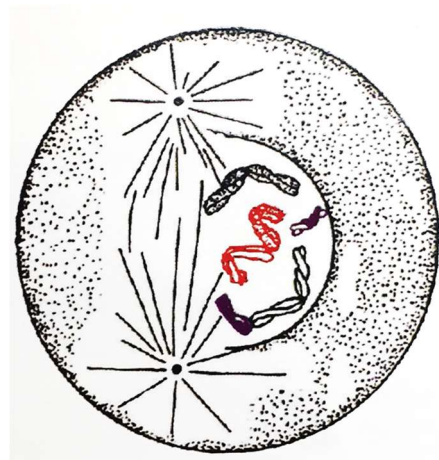


Figure 1. Prophase

Mitosis

La mitosis es la división del material nuclear dentro de una célula, el proceso de división de una célula madre para crear dos células hijas genéticamente idénticas. Esta forma de reproducción celular asegura que las células hijas producidas por una célula madre contenga el material genético idéntico al de la célula madre. Se describe la mitosis normalmente es cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase. Durante la **profase** (Figura 1), cada cromosoma, ahora un par de cromátidas idénticas unidas en el centrómero, se engruesa y pasa a estar estrechamente enrollado dentro del núcleo, de forma tal que es visible bajo la luz de un microscopio. Se forma un huso mitótico dentro de la célula, fuera del núcleo. El huso mitótico está hecho de microtúbulos, largas tiras de proteínas que radian de un par de centriolos de cada cromosoma replicado. Durante la profase, los microtúbulos se alargan y el par de centriolos se mueven hacia extremos opuestos de la célula. La membrana nuclear de la célula comienza a romperse mientras la célula transita de la profase a la metafase.

Durante la **metafase** (Figura 2), los cromosomas se alinean en el centro de la célula en un plano ecuatorial llamada placa metafásica. Cada cromátida hermana se adhiere desde el centrómero al microtúbulo del huso mitótico. Esto permitirá que una cromátida hermana idéntica de cada cromosoma sea arrastrada a extremos opuestos de la célula por el aparato de huso mitótico durante la siguiente fase, anafase.

La **anafase** (Figura 3) comienza cuando los microtúbulos de ambos lados del par de cromosomas tiran de la cromátida adherida. Este arrastre separa las cromátidas hermanas en el centrómero y comienzan el movimiento de cromátidas hacia el lado opuesto de la célula. Nos referimos a las cromátidas como cromosomas hijas. AL final de la anafase, cada polo de la célula tiene una colección igual y completa de cromosomas hijas.

Durante la **telofase**, la célula se estira, un proceso que partió antes (Figura 4). La membrana nuclear se empieza a formar alrededor de cada set de cromosomas en los polos de la célula. Los cromosomas pasan a estar menos empaquetados y menos definidos. La división del material genético de un núcleo de material a dos núcleos idénticos está completa, señalando el fin de la mitosis. Sin embargo, este no es el final de la división celular. El paso final del ciclo celular es la **citocinesis** (Figura 5). Esta es la división o “pellizco” del citoplasma de la célula madre para formar dos células hijas separadas. La citocinesis normalmente comienza durante las últimas etapas de la mitosis y, pesos a que no se considera parte de la mitosis, indica el final de la división celular. La célula hija progresa hacia la interfase y el ciclo celular vuelve a comenzar.

Meiosis

Los nombres de las etapas de la meiosis y algunos de los procesos involucrados en la meiosis son similares a aquellos de la mitosis, pero la meiosis tiene un objetivo distinto. La meiosis ocurre en organismos que tienen una reproducción

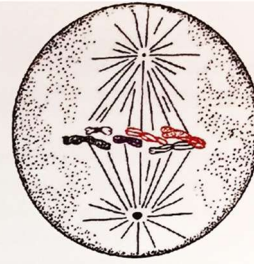


Figure 2. Metaphase

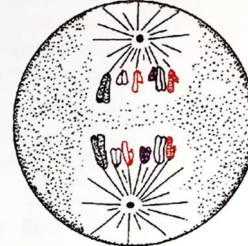


Figure 3. Anaphase

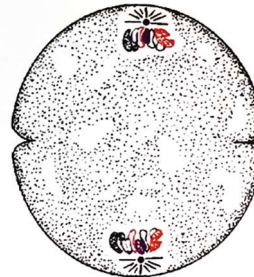


Figure 4. Telophase

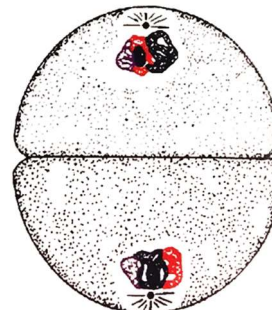


Figure 5. Cytokinesis

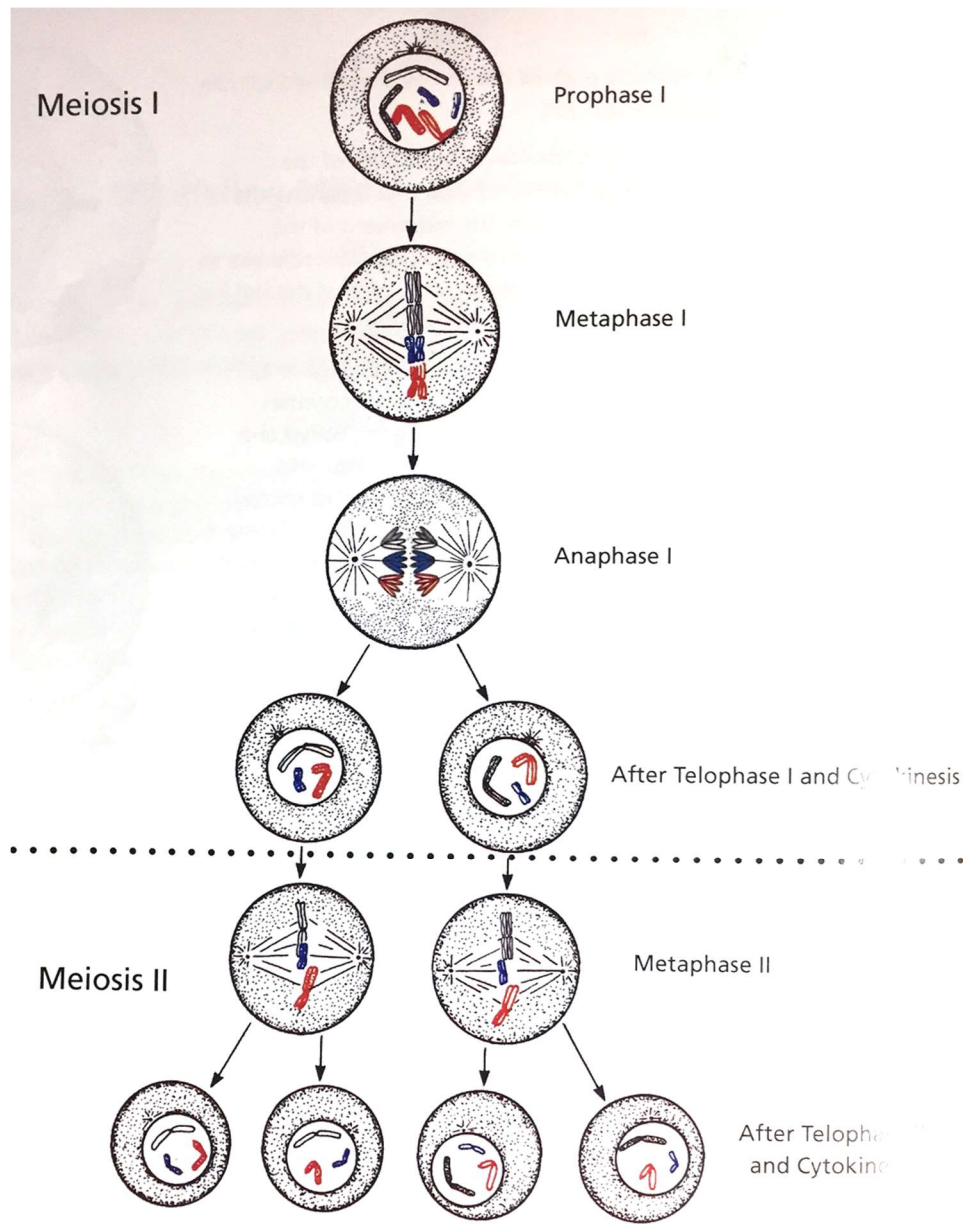
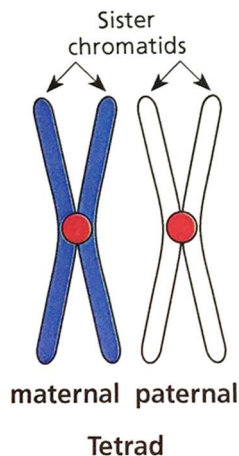


Figure 6. Meiosis

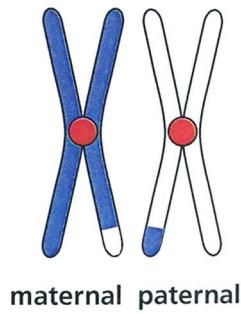
sexual con el propósito de crear células reproductivas. Estas células reproductivas contienen la mitad del número de cromosomas que la célula original. Las células que tienen la mitad de cromosomas que el número original son llamadas células haploides. En los animales, las células reproductivas haploides son llamadas gametos. En las plantas, son llamadas esporas. Cuando el gameto paterno y materno se unen durante la fertilización, la descendencia de estos organismos tiene entonces un set completo de cromosomas y puede ser descrita como una célula diploide. Dentro de un set de cromosomas diploide, dos cromosomas correspondientes son llamados homólogos; el par es entonces homólogo.

Las células que se reproducen a través de la meiosis, se someten a dos divisiones celulares, conocidas como la meiosis I y la meiosis II (Ver Figura 6). La meiosis I tiene cinco fases: profase I, metafase I, anafase I, telofase I y citocinesis. En la meiosis, la citocinesis es considerada como una etapa real del proceso, ya que el citoplasma debe dividirse de manera completa antes de que empiece la meiosis II. La interfase toma lugar antes que la profase I y es muy parecida a la interfase previa a la mitosis: la célula crece, se replican los cromosomas y se producen y arman las estructuras celulares necesarias para la división celular. Todos los cromosomas de la célula consisten en dos cromátidas hermanas genéticamente idénticas unidas en sus centrómeros.



Durante la **profase I**, los cromosomas homólogos (ambos constituidos por dos cromátidas hermanas idénticas, debido a la replicación del ADN ocurrido en la interfase) se unen formando una tétrada, un grupo de cuatro cromátidas. Una parte importante para mantener la variación genética ocurre en las tétradas; este paso es una diferencia importante entre la meiosis y la mitosis. A lo largo de los cromosomas homólogos, genes de cromátidas no hermanas pueden cruzar de un lado a otro, intercambiando material genético. Este **crossing-over** mezcla material genético paterno y materno, asegurándose que las células hijas producidas por la meiosis I sean genéticamente distintas entre ellas y distintas a la célula

padre original. A medida que la profase continúa, se forma el huso. El extremo del huso se mueve hacia los polos de la célula. Al igual que en la mitosis, el huso será el responsable de separar los cromosomas.



Crossing-over

Tetrad with fragments of paternal and maternal DNA

Durante la **metafase I**, las tétradas se alinean en el centro de la célula en la placa metafásica. Las fibras del huso de cada polo de la célula se unen a un par de cromátidas hermanas en cada tétrada. Los cromosomas homólogos con su cromátida hermana son separados y tirados hacia extremos opuestos de la célula para la primera división celular. Esta es otra diferencia importante entre mitosis y la meiosis. En la mitosis, el huso tira a cada cromátida hermana hacia extremos opuestos de la célula, mientras que en la meiosis I, el huso tira un par de cromátidas hermanas (uno de los cromosomas homólogos) hacia extremos opuestos. Como resultado, cada célula hija de la primera división de la meiosis contiene un par de cromátidas hermanas conectadas por cada cromosoma. Esta separación de los cromosomas homólogos ocurre en la siguiente etapa, la anafase I.

Durante la **anafase I**, las fibras del huso separan las tétradas, moviendo el par de cromátidas hermanas conectadas hacia cada polo de la célula. El par de cromosomas homólogos alcanza los polos y luego, la célula se comienza a dividir de una célula padre a dos células hijas durante **telofase I** y **citoquinesis**.

Ahora, ambas células hijas entran la segunda etapa de división celular de la meiosis, conocida como la **meiosis II**. Al igual que la meiosis I, la meiosis II tiene cinco etapas; profase II, metafase II, anafase II, telofase II y citoquinesis. No hay un período de interfase entre la meiosis I y la meiosis II, debido a que no existe una etapa de replicación de los cromosomas en esta etapa de la reproducción celular.

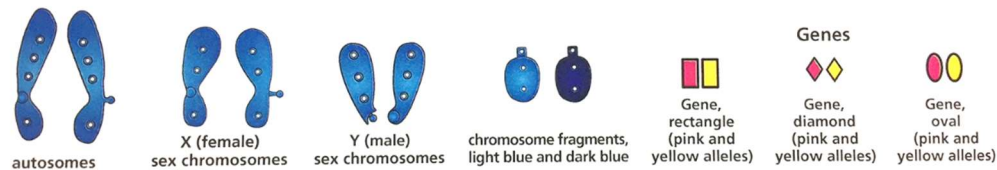
Durante la **profase II**. El par de cromátidas hermanas en cada una de las células hijas se mueve hacia la placa metafásica, se forma el huso y cada extremo del huso se mueve hacia los polos de las células. Metafase II es muy parecida a la metafase de la mitosis.

Los cromosomas se alinean en el centro de la célula en la placa metafásica, con las cromátidas hermanas de cada cromosoma apuntando hacia polos opuestos de la célula. De modo de preparación del par de cromosomas, las fibras del huso se unen a cada cromátida hermana.

Durante la **anafase II**, los microtúbulos tiran de las cromátidas hermanas, provocando que estas se separen en el centrómero. Las cromátidas, llamadas ahora como cromosomas, se mueven hacia polos opuestos de la célula. El núcleo se empieza a formar en cada polo. Ambas células hijas se empiezan a dividir durante la **telofase II** y **citoquinesis**. La división de estas dos células crea cuatro células hijas, cada una contiene solo una copia de cada cromosoma de la célula padre original. Por lo tanto, cada una de las cuatro células hijas contiene la mitad del número original de cromosomas. Además, debido al crossing-over, partes del material genético maternal y paternal se han recombinado para que los genes maternales y paternales se encuentren en la misma cromátida.

Clave del Set Modelo de Cromosomas

Cada modelo de cromosomas incluye un número de distintas piezas representando materiales genéticos distintos. Antes de iniciar las actividades de modelamiento, mira las claves en la parte de abajo para familiarizarte con las piezas y el material genético que representan. Recuerda que los cromosomas sexuales son los cromosomas que determinan el sexo del organismo. Todos los otros cromosomas se denominan autosomas.



NOMBRE

FECHA

KIT DE MODELAMIENTO DE MITOSIS Y MEIOSIS

ACTIVIDAD 1: MODELANDO LA MITOSIS

Procedimiento

1. Del set de los modelos de cromosomas, saca dos autosomas y una pieza de hilo o cuerda de 122cm (Figura 7), y una pieza de hilo o cuerda de 69cm.
2. Junta los extremos de los hilos o de las cuerdas para de esa manera formar dos bucles. El bucle más grande representa la membrana celular. El bucle más chico representa la membrana nuclear.
3. Pone los dos autosomas dentro de la membrana nuclear. En un lugar específico de cada cromosoma, pon el mismo gen. Los genes deben ser de la misma forma, pero pueden ser de distintos colores representando alelos distintos del mismo gen. Este modelo representa una célula con un par de cromosomas (Figura 8).
4. En primer lugar, las células se preparan para la mitosis replicando los cromosomas de su núcleo. Esto ocurre antes de la mitosis,

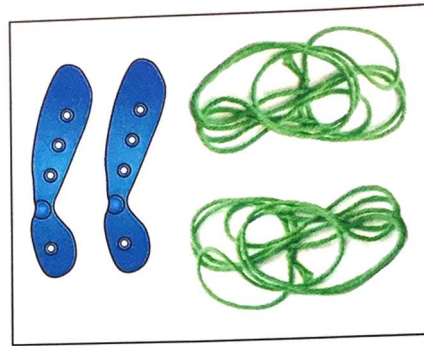


Figure 7. Step 1

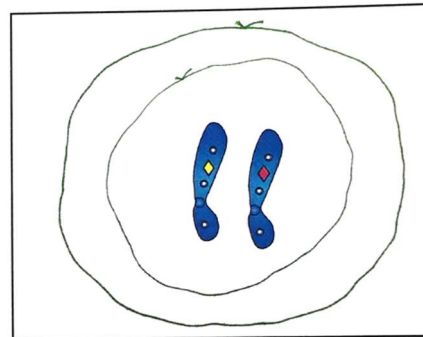


Figure 8. Step 3

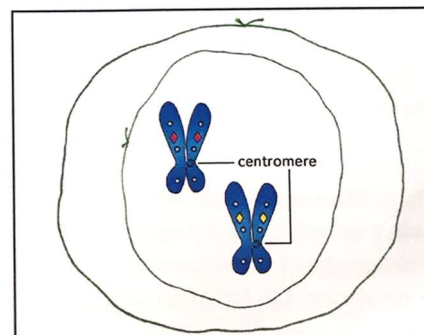


Figure 9. Step 4

durante la interfase. Para modelar este proceso, crea un duplicado de cada autosoma mediante la fabricación de un autosoma idéntico; cada replica debe tener el mismo gen y alelo que el original. Une cada autosoma replicado con el cromosoma original. El punto en el cual ambos cromosomas idénticos son unidos representa el centrómero que junta las dos cromátidas hermanas idénticas.

5. Durante la metafase de la mitosis, los cromosomas se alinean en la placa metafásica en el centro de la célula. Alinea los cromosomas replicados de fin a fin en el centro de la célula, con los centrómeros alineados.
6. Además, saca el hilo que representa la membrana nuclear para modelar la desaparición de la membrana nuclear que comienza en esta fase de la mitosis.
7. Desconecta las cromátidas hermanas idénticas y aléjalas una de la otra hacia extremos opuestos de la célula. Este paso representa lo que ocurre en la anafase de la mitosis.
8. Para simular la citocinesis, “pincha” la membrana celular para crear dos círculos. Este paso simula la división de una célula en dos células hijas genéticamente idénticas durante la fase final de la mitosis. Compara el material genético en cada nueva célula. Cada célula debería poseer los mismos dos cromosomas y ser idénticas a la célula original.

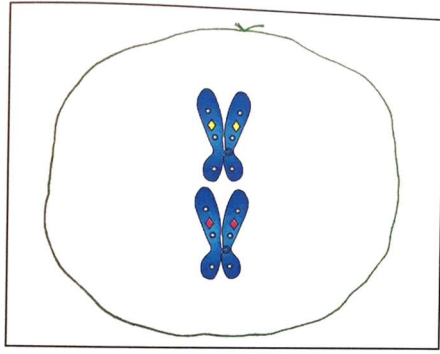


Figure 10. Steps 5 and 6

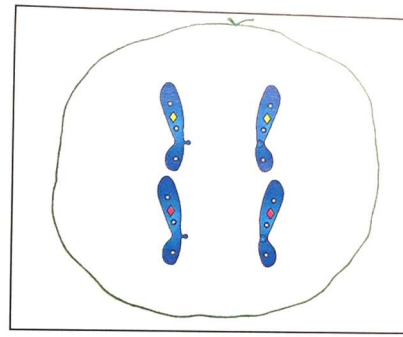


Figure 11: Step 7

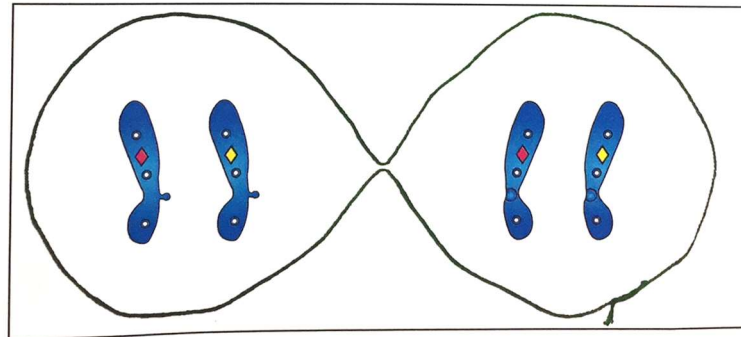


Figure 12. Step 8

Preguntas

1. Defina la interfase y describe lo que ocurre en esta parte del ciclo celular.
2. Defina mitosis en términos de material genético en la célula original y en las células hijas.
3. Haz una lista de las cuatro etapas de la mitosis y el paso final en la división celular mitótica.

NOMBRE

FECHA

KIT DE MODELAMIENTO DE MITOSIS Y MEIOSIS

ACTIVIDAD 2: MODELANDO LA MEIOSIS

Procedimiento

Nota: La membrana nuclear si está involucrada en la meiosis. Sin embargo, para poder simplificar el experimento, la membrana nuclear no estará presente en esta actividad.

1. Agarra un pedazo de hilo de 240cm. Amarra los extremos para formar un bucle. Este bucle representa la membrana celular.
2. Usan el set de modelos de cromosomas y el bucle, modela una célula que contenga dos autosomas (la versión paterna y materna del mismo cromosoma) y dos cromosomas sexuales: un cromosoma X y un cromosoma Y (Figura 13).

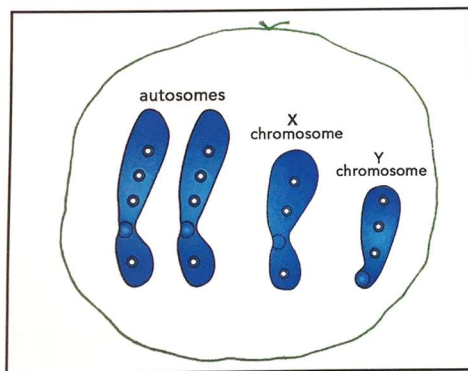


Figure 13. Step 2

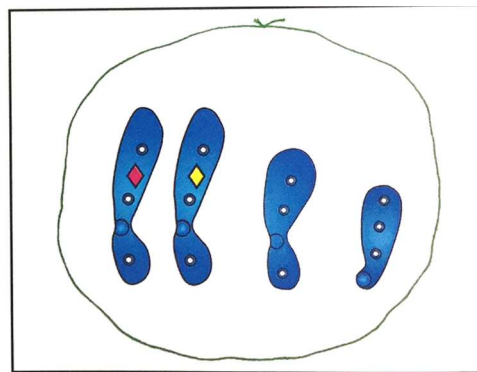


Figure 14. Step 3

3. Pon el mismo gen (indicado por la forma – los genes pueden ser de diferentes colores, indicando distintos alelos del mismo gen) en cada autosoma. Pon los autosomas y los cromosomas sexuales lado a lado (Figura 14).
4. Crea un duplicado de cada cromosoma (el autosoma y el cromosoma sexual). Asegúrate que cada replica contiene el mismo gen y el mismo alelo que el original. Conecta cada cromosoma replicado con su cromosoma original. Esto simula la replicación de cromosomas dentro del núcleo durante la interfase, la cual ocurre antes de la profase I de la meiosis. La conexión entre las copias de los cromosomas representa el centrómero que junta las dos cromátidas hermanas idénticas. (ver Figura 15).
5. Alinea los cromosomas lado a lado en el centro de la célula. Los pares de autosomas deben estar juntos al igual que los cromosomas sexuales. Cada par lado a lado forma una tétrada, una estructura de cromosomas pareados compuesto por cuatro cromátidas. Esto representa la alineación de las tétradas durante la metafase I de la meiosis (ver Figura 16). Notar que cada tétrada está compuesta por dos copias paternas y dos copias maternas de cada cromosoma.
6. Para simular la división de la célula, “pincha” en los lados del bucle de manera de formar dos círculos. Antes de hacer esto, mueve cada par de cromátidas conectadas de cada tétrada a extremos opuestos de “la célula” (el bucle). Esto representa la primera división en la meiosis, el cual ocurre durante la anafase I, telofase I y citoquinesis de la meiosis I. Terminarás con dos células hijas las cuales contienen un par de cromátidas hermanas autosómicas y un par conectado de cromosomas sexuales.

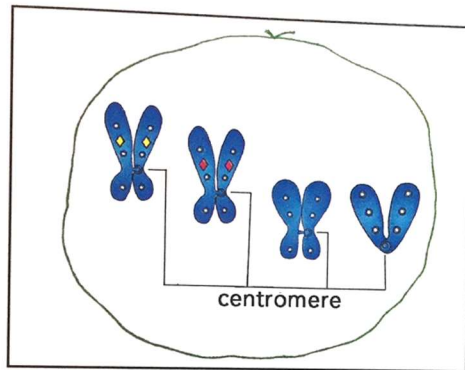


Figure 15. Step 4

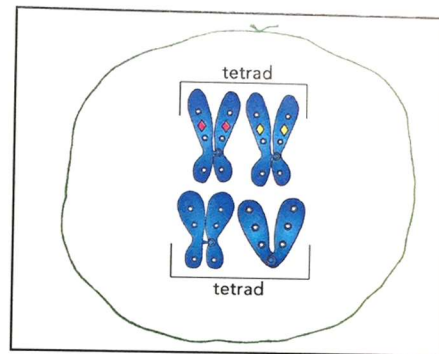


Figure 16. Step 5

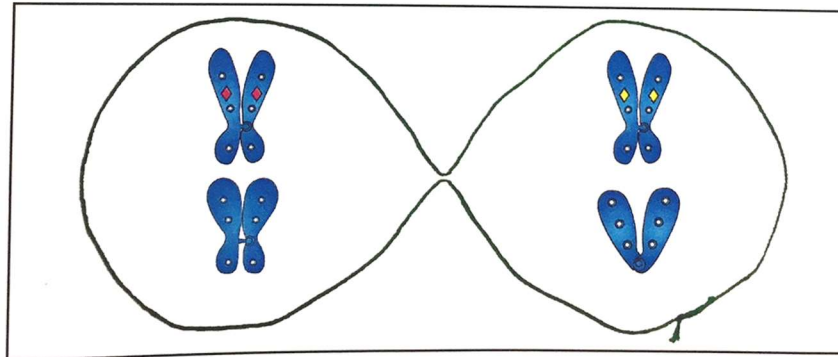


Figure 17. Step 6

7. Corta el hilo en dos piezas de igual tamaño, y une sus extremos para formar dos círculos. La "membrana celular" ahora forma dos células distintas.
8. A medida que las dos células hijas entran en la meiosis II, los cromosomas no experimentan una replicación. En cambio, los cromosomas pareados se mueven en dirección al centro de la célula, con los centrómeros alineados. Posiciona los cromosomas parados fin a fin en el centro de cada célula, con los centrómeros alineados. Esto representa la metafase II (Figura 18).

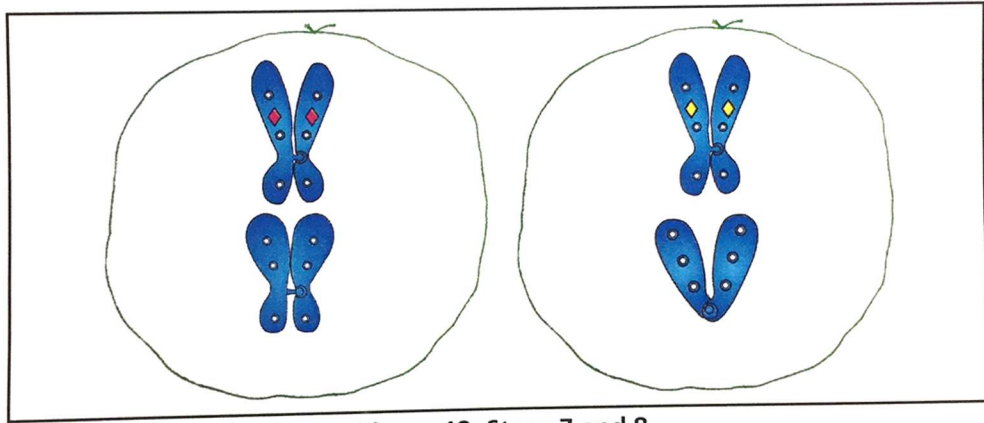


Figure 18. Steps 7 and 8

9. Separa el par de cromátidas conectadas en el centrómero en cada célula y mueve cada cromátida de cada par hacia lados opuestos de la célula. Esto representa la separación de las cromátidas durante la anafase II de la meiosis.
10. Repite este procedimiento con el otro bucle (, “pincha” en los lados del bucle de manera de formar dos círculos). Esto representa la división de dos células en 4 células durante la telofase II y citocinesis de la meiosis II. Ahora deberás tener 4 gametos, cada uno con un autosoma y un cromosoma sexual (ver Figura 19).

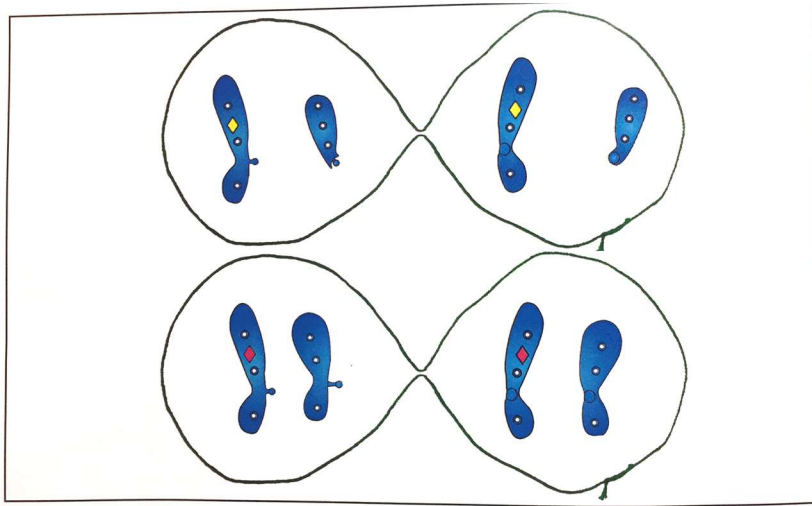


Figure 19. Steps 9 and 10

Preguntas

1. ¿De que manera la meiosis I es diferente a la meiosis II?
2. ¿Cuáles son las diferencias específicas entre los procesos de meiosis y mitosis?
Incluye en tu respuesta una comparación en el resultado final de cada proceso.
3. Si los gametos de un organismo tienen 14 cromosomas, ¿Cuántos cromosomas va a tener una célula normal de dicho organismo?

NOMBRE

FECHA

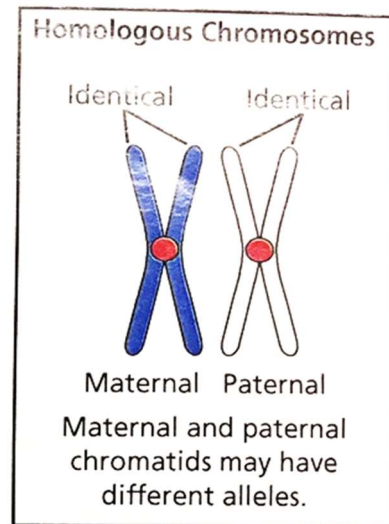
KIT DE MODELAMIENTO DE MITOSIS Y MEIOSIS

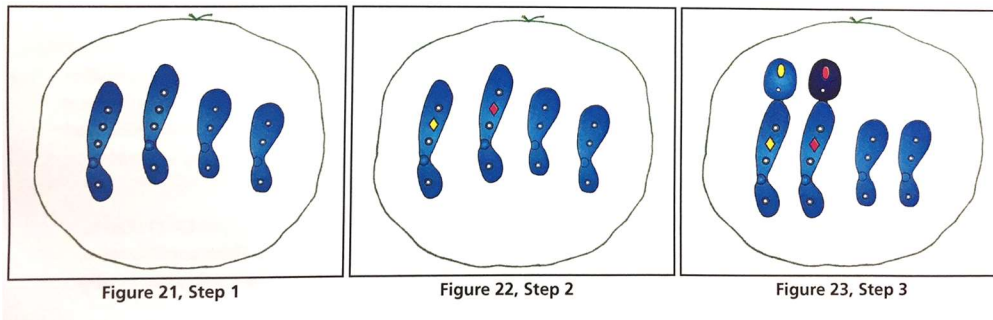
ACTIVIDAD 3: MODELAMIENTO DE CROSSING-OVER

Procedimiento

Nota: Antes de iniciar esta actividad, recuerda que las cromátidas hermanas son copias de un mismo cromosoma y están, en la mayoría de los casos, unidas a través del centrómero. Por otro lado, los cromosomas homólogos tienen los mismos genes, pero como uno es heredado por parte del padre y otro por parte de la madre, pueden tener distintos alelos (versiones distintas del mismo gen). Los cromosomas homólogos no están conectados a través del centrómero.

1. Agarra un pedazo de hilo de 2.4m de largo. Amarra los extremos para formar un bucle. Este bucle representa la membrana nuclear. De manera de simplificar el experimento, la membrana nuclear no estará incluida en esta actividad. Usando dos sets de modelos de cromosomas, arma una célula que tenga dos autosomas y dos cromosomas sexuales (dos cromosomas X)(Figura 21).
2. Por el mismo tipo de gen (indicado por la forma) en cada autosoma. Estos genes pueden ser de diferentes colores indicando alelos distintos. Parea los autosomas y los cromosomas sexuales pero no los juntes (Figura 22).





3. Agarra dos fragmentos de cromosomas, uno celeste y el otro azul oscuro. Une un fragmento al extremo de cada autosoma. Pon un gen de distinto color (alelo distinto) en una ubicación específica de cada fragmento del cromosoma.
4. Dibuja un diagrama de cada par de cromosomas. Etiqueta el color de los fragmentos de cromosoma y la forma y color de los genes del autosoma.
5. Para simular la replicación de los cromosomas en el núcleo de la célula durante la interfase previa a la meiosis, crea un duplicado de cada autosoma y cromosoma sexual mediante la construcción de un cromosoma idéntico de cada uno. Asegúrate que la réplica posee exactamente el mismo gen que la original. Conecta cada replica con su cromosoma original. Recuerda unir fragmentos a los autosomas replicados. La conexión entre los cromosomas idénticos representa el centrómero que junta las dos cromátidas hermanas idénticas.
6. Alinea los cromosomas lado a lado en el centro de la célula. El par de autosomas y el par de cromosomas sexuales deberían estar juntos. Cada par de cromosomas lado a lado forman una tétrada, una estructura de cromosomas compuesto por cuatro cromátidas. Esto representa el alineamiento de las tétradas durante la metafase I de la meiosis (ver Figura 24).
7. El crossing-over ocurre durante la profase I de la meiosis, cuando dos cromátidas no hermanas intercambian información genética similar. El crossing-over es uno de los muchos mecanismos que ayudan a asegurar la variación genética de la especie. Para simular este proceso, intercambia los fragmentos de cromosomas en las cromátidas no hermanas de la tétrada autosomática (Figura 25).

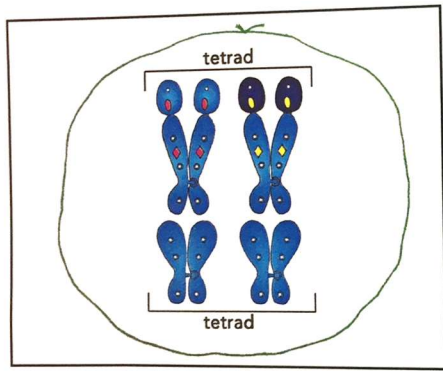


Figure 24. Step 6

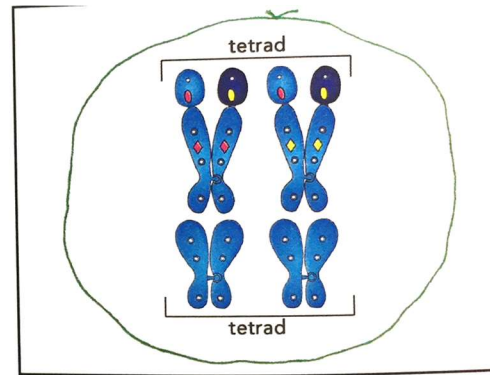


Figure 25. Step 7

8. Para simular la división de la célula, “pincha” en los lados del bucle de manera de formar dos círculos. Antes de hacer esto, mueve cada par de cromátidas conectadas de cada tétrada a extremos opuestos de “la célula” (el bucle). Esto representa la primera división en la meiosis, el cual ocurre durante la anafase I, telofase I y citocinesis de la meiosis I. Ahora deberías tener un modelo de dos células hijas, en donde cada una debe contener un par de autosomas conectados con segmentos que ha sido intercambiados entre cromátidas y un par de cromosomas sexuales conectados.
9. A medida que las dos células hijas entran en la meiosis II, los cromosomas no experimentan una replicación. En cambio, los cromosomas pareados se mueven en dirección al centro de la célula, con los centrómeros alineados. Posiciona los cromosomas parados fin a fin en el centro de cada célula, con los centrómeros alineados. Esto representa la metafase II.
10. Separa el par de cromátidas conectadas en el centrómero en cada célula y mueve cada cromátida de cada par hacia lados opuestos de la célula. Esto representa la separación de las cromátidas durante la anafase II de la meiosis.
11. Para simular la división de la célula, “pincha” en los lados del bucle hasta que dos círculos se hayan formado. Cada nuevo bucle deberá contener una cromátida hermana (ahora llamadas cromosomas) de cada par. Repite este procedimiento con el otro bucle. Esto representa la división de dos células en cuatro células.

durante la telofase II y citocinesis de la meiosis II. Ahora deberás tener cuatro gametos, cada uno con un autosoma y con un cromosoma sexual (ver Figura 26).

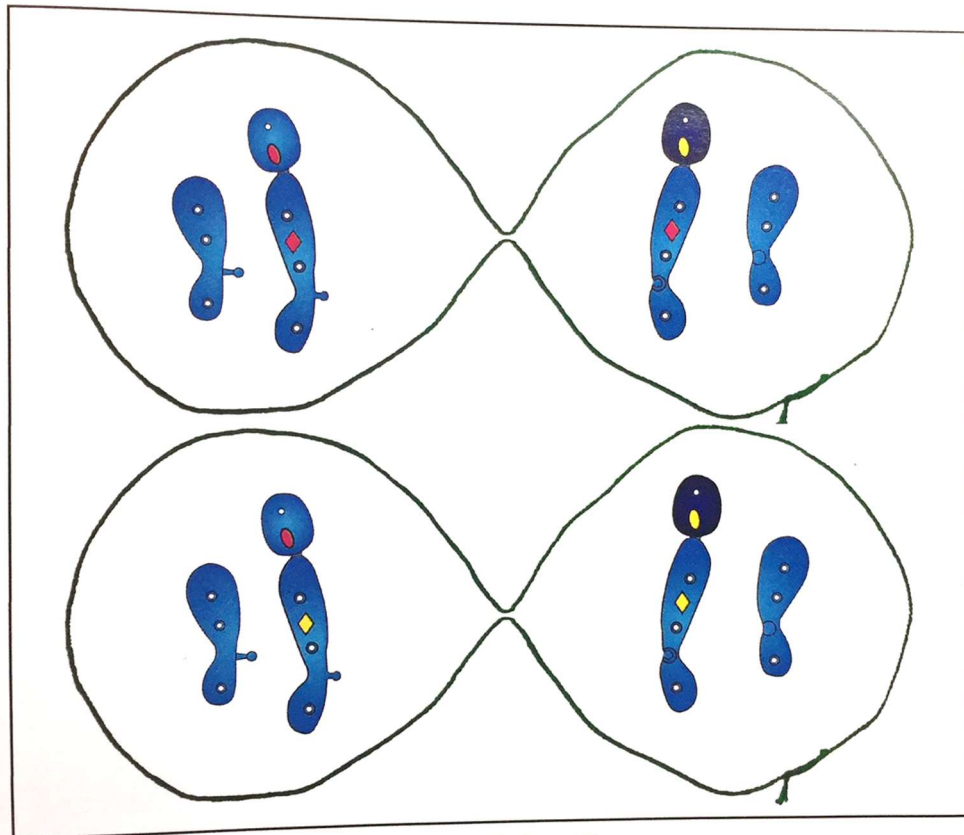


Figure 26. Step 11

Preguntas

1. Examina cada autosoma de cada uno de los cuatro gametos que has modelado y compáralos con tu par de autosomas original. ¿Cuántos de ellos son distintos al par de autosomas original? ¿Cómo son diferentes?

2. Agarra dos gametos de tu modelo y simula la fertilización entre ellos pareando los autosomas y los cromosomas sexuales de cada gameto. La nueva célula fertilizada, ¿tiene alelos idénticos a la célula original? Si no es así, explica cómo y por qué son distintos.