

GUÍA DE ACTIVIDADES



Hoy sabemos que en los organismos eucarióticos con reproducción sexual, la división celular meiótica, o simplemente Meiosis, es una de las principales fuentes que permiten explicar la variabilidad genética observada en estos organismos. Durante la 2ª mitad del siglo XIX varios investigadores trataron de explicar el origen de la variabilidad observada y de que manera esta se relacionaba con cambios a nivel celular.

En 1876 Oskar Hertwig, en Alemania, demostró la unión de los núcleos del óvulo y el espermatozoide en la fecundación. Entre 1883 y 1887, el biólogo belga Edouard Van Beneden describió este proceso divisional, al que denominó Meiosis (del griego “disminución”), al estudiar la gametogénesis en el parásito *Ascaris*. Observó que la Meiosis consistía en dos divisiones celulares sucesivas que originaban células que tenían la mitad del número de cromosomas de la especie.

En 1900, cuando se redescubrieron los trabajos de Mendel, la relación entre los factores hereditarios (genes) postulados por él y los cromosomas aún no estaba resuelta. Ese mismo año, Walter Sutton, en la Universidad de Columbia, demostró, luego de un cuidadoso estudio de la meiosis en insectos, que este proceso era la base biológica de los principios de herencia postulados por Gregor Mendel. En el mismo tiempo, el citólogo alemán Theodor Boveri llegó a las mismas conclusiones.

Sutton sabía las células tenían dos conjuntos de cromosomas (diploides), uno de origen materno y el otro de origen paterno, así cada cromosoma tiene un compañero correspondiente, su cromosoma homólogo. En cada par de homólogos uno de los cromosomas se hereda del padre y el otro de la madre.

Como se ha señalado, la meiosis ocurre sólo

organismos con reproducción sexual. Se realiza en las gónadas y forma parte de los procesos de gametogénesis (espermatogénesis y ovogénesis) que llevan a la formación de gametos, óvulos y espermatozoides.

La meiosis involucra dos divisiones celulares sucesivas, pero una sola replicación de ADN, lo que produce la reducción a la mitad del número de cromosomas. De esta manera, los gametos reciben sólo la mitad de cromosomas en relación con las otras células del organismo. En las distintas especies el comportamiento de los cromosomas durante la meiosis es básicamente el mismo, pero difieren en el momento en que ocurre y en su duración temporal. El tipo de meiosis que se encuentra en los animales y plantas superiores se llama terminal o gamética, porque las divisiones meióticas se producen justo antes de la formación de los gametos.

Durante la meiosis la primera división es reduccional y es antecedida por una duplicación del DNA, en cambio la segunda división es igual a la mitosis, por lo tanto es ecuacional y no es antecedida por síntesis de DNA. El proceso divisional que se desarrolla durante la primera y segunda división meiótica es continuo, pero convencionalmente se les divide en etapas discretas que son las siguientes:

Para descargar la aplicación que
acompaña a este e-book



PRIMERA DIVISIÓN MEIÓTICA

Profase I

Es la etapa más larga y está precedida por un estado de interfase en donde se produce la duplicación del ADN. Se subdivide en cinco subetapas de acuerdo al comportamiento de los cromosomas.

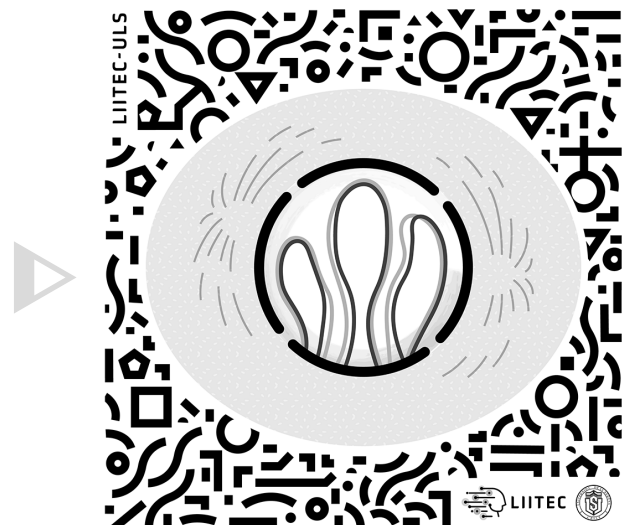


Leptoteno

En esta etapa las fibras de cromatina se condensan formando los cromosomas que aparecen como finos filamentos en el núcleo, conectados a la cara interna de la envoltura nuclear. Están formados por dos cromátidas y un centrómero.

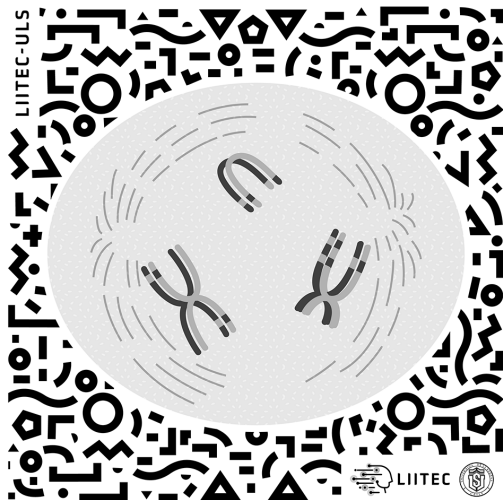
Zigoteno

En esta etapa los cromosomas homólogos, duplicados comienzan a aparearse (sinapsis) por medio de sus extremos o telómeros. Entre ambas fibras de cromatina duplicadas, comienza a desarrollarse una estructura proteica denominada complejo sinaptonémico, responsable de la unión o apareamiento de los cromosomas homólogos duplicados. Este apareamiento se completa en la siguiente etapa llamada Paquiteno (no mostrada aquí). Los cromosomas homólogos duplicados y apareados constituyen un bivalente o tétrada, formada por cuatro cromátidas. En esta etapa ocurre el entrecruzamiento o “crossing-over”, proceso durante el cual los cromosomas homólogos apareados intercambian información genética.



Diploteno

Concluída la etapa de Paquiteno (no mostrada aquí), y luego de ocurrido el entrecruzamiento, los cromosomas homólogos apareados comienzan a separarse unos de otros, excepto en las regiones donde ocurrió entrecruzamiento. Estos puntos de contacto se denominan quiasmas. El quiasma es la manifestación citológica del fenómeno genético conocido como entrecruzamiento o “crossing-over”.



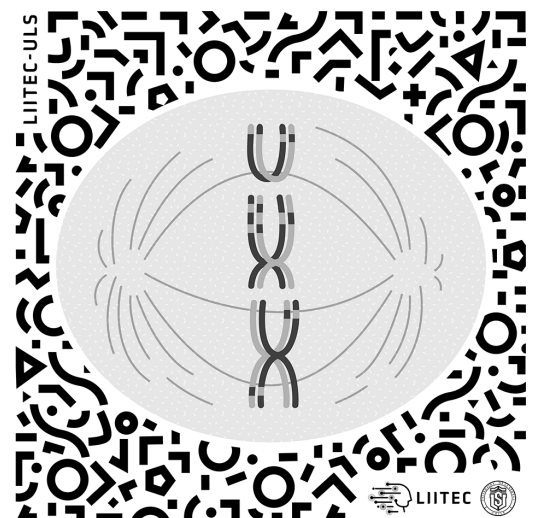
Diacinesis

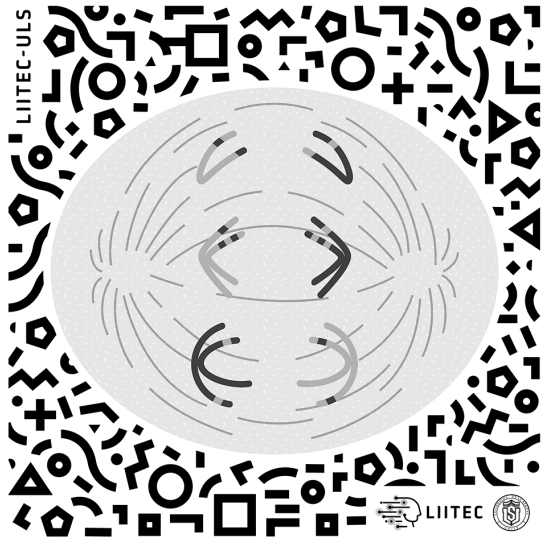
Los cromosomas homólogos apareados continúan parcialmente unidos por los quiasmas que se deslizan hacia los extremos de los cromosomas, se desorganiza la envoltura nuclear y comienza a formarse el huso meiótico de la primera división meiótica.



Metafase I

Durante esta etapa las tétradas o bivalentes se alinean a lo largo del plano ecuatorial de la célula. Los microtúbulos de un polo se unen a uno de los cromosomas de cada par de homólogos en tanto que los microtúbulos del otro polo se unen al otro miembro de cada par. La alineación de los distintos bivalentes en el plano ecuatorial es al azar, fenómeno que se conoce como permutación cromosómica debido a lo cual se producen distintas combinaciones de cromosomas maternos y paternos. El número de combinaciones posibles es 2^n , en donde n es igual al número de pares de cromosomas homólogos. En los seres humanos que tienen 23 pares de cromosomas, existen 8.388.608 de combinaciones de cromosomas posibles a partir de la separación al azar de los cromosomas homólogos.



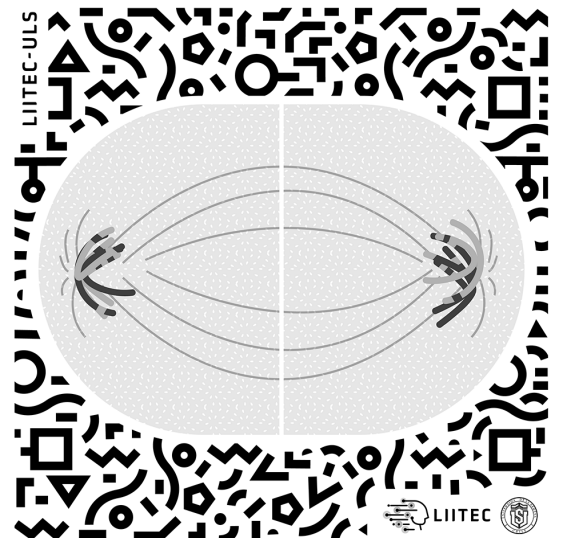


Anafase I

En esta etapa los cromosomas homólogos se separan y migran hacia los polos opuestos de la célula, originando dos células con la mitad del número de cromosomas, y por lo tanto haploide, pero como cada cromosoma continúa formado por dos cromátidas, el contenido de ADN es aún $2c$.

Telofase I

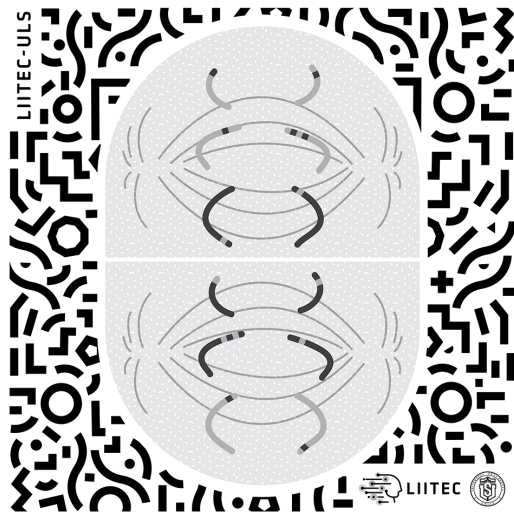
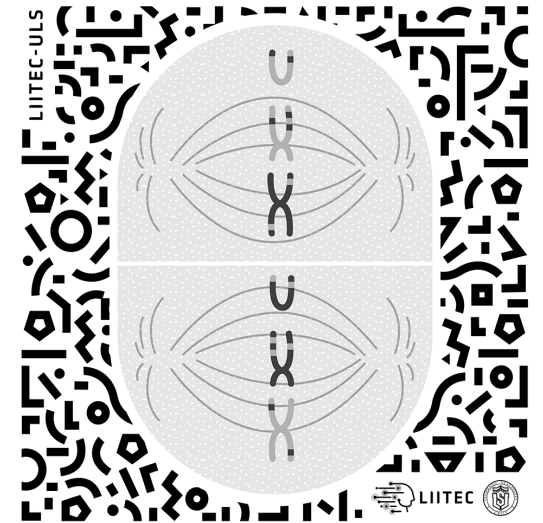
En esta etapa los cromosomas llegan a los polos, los microtúbulos del huso se desorganizan, se organiza la envoltura nuclear y los cromosomas se hacen filamentosos porque se descondensan. Simultáneamente con la telofase se produce la división del citoplasma o citocinesis, lo cual da como resultado dos células hijas con un número haploide de cromosomas(n), pero con $2c$ de ADN .



SEGUNDA DIVISIÓN MEIÓTICA

Metafase II

Está precedida por una profase II muy corta en la que se desorganiza la envoltura nuclear y reaparecen las fibras del huso. Los cromosomas, formados por dos cromátidas y un centrómero se disponen alineados en la placa ecuatorial con los microtúbulos del huso meiótico unidos a los cinetocoros en la región centromérica de cada cromosoma.

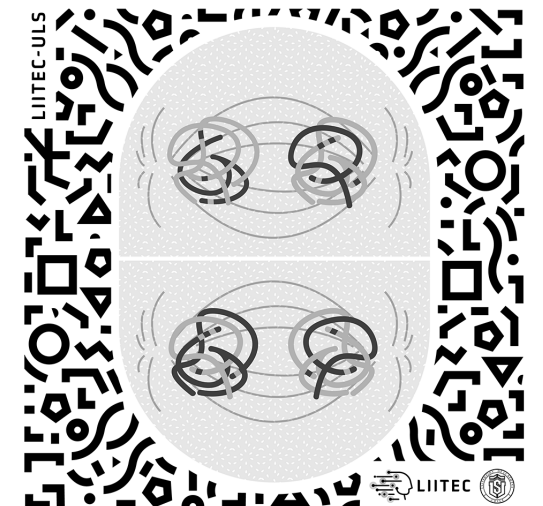


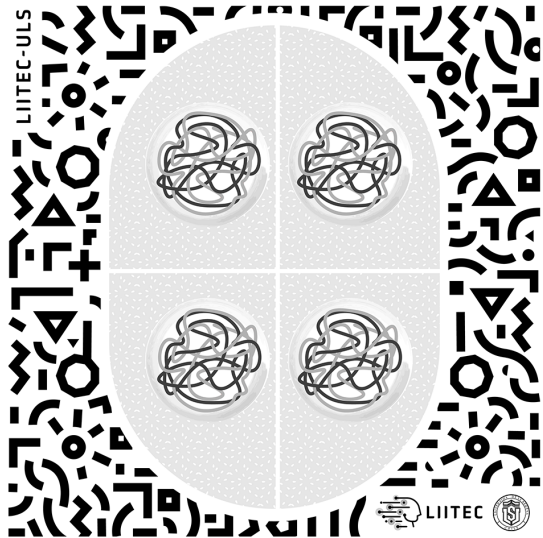
Anafase II

La tracción ejercida por los microtúbulos del huso produce la separación de las cromátidas hermanas y la migración de éstas hacia los respectivos polos de la célula.

Telofase II

En esta etapa llegan a cada polo el número correspondiente de cromosomas, según la especie y alrededor de los cuales se reorganiza la envoltura nuclear. uno de cada tipo. Luego se produce la descondensación de los cromosomas, y se produce la citocinesis, obteniéndose cuatro células en las que se ha reducido a la mitad el número de cromosomas (haploide) y la cantidad de ADN.





Cuarteto

Culmina la descondensación de los cromosomas, se reconstituye el núcleo y la envoltura nuclear. La citocinesis produce finalmente, 4 células hijas con la mitad del número de cromosomas (haploides) y de contenido de ADN nuclear.

EVALÚA LO QUE HAS APRENDIDO CON ESTA EXPERIENCIA

1.- ¿Qué diferencia existe entre los cromosomas que se observan en la Metafase I con respecto a los que se observan en Metafase II?

2.- Considerando lo observado en esta app. ¿Cuál es el número de cromosomas que tendrá cada una de las células que se originan al finalizar este proceso divisional?

3.- En esta aplicación, la célula que entra en división meiótica tiene tres pares de cromosomas homólogos. Considerando el fenómeno de permutación cromosómica en metafase I, ¿Cuántas combinaciones posibles de cromosomas de origen maternos y paternos podrían originarse?

4.- Si suponemos que la célula inicial que se presenta en la App tiene una cantidad de ADN de 12 picogramos.

¿Cuántos picogramos de ADN tendrá la célula en Profase I?

¿Cuántos picogramos de ADN tendrá la célula en Metafase I?

¿Cuántos picogramos de ADN tendrán las células al término de la telofase I?

¿Cuántos picogramos de ADN tendrá la célula en Metafase II?

¿Cuántos picogramos de ADN tendrán las células que se originan al finalizar este proceso divisional?

5.- Si mediante una droga, se impidiera la migración de los cromosomas en una de las células que entra en anafase II, ¿Cuántos cromosomas tendrán las células que se originen en esta meiosis?

LAS FIGURAS DE ESTAS HOJAS TE PERMITIRÁN OBSERVAR LA DIVISIÓN CELULAR MEIÓTICA EN REALIDAD AUMENTADA PARA LO CUAL DEBERÁS ARMAR UN DODECAEDRO CONSIDERANDO LAS SIGUIENTES INSTRUCCIONES.



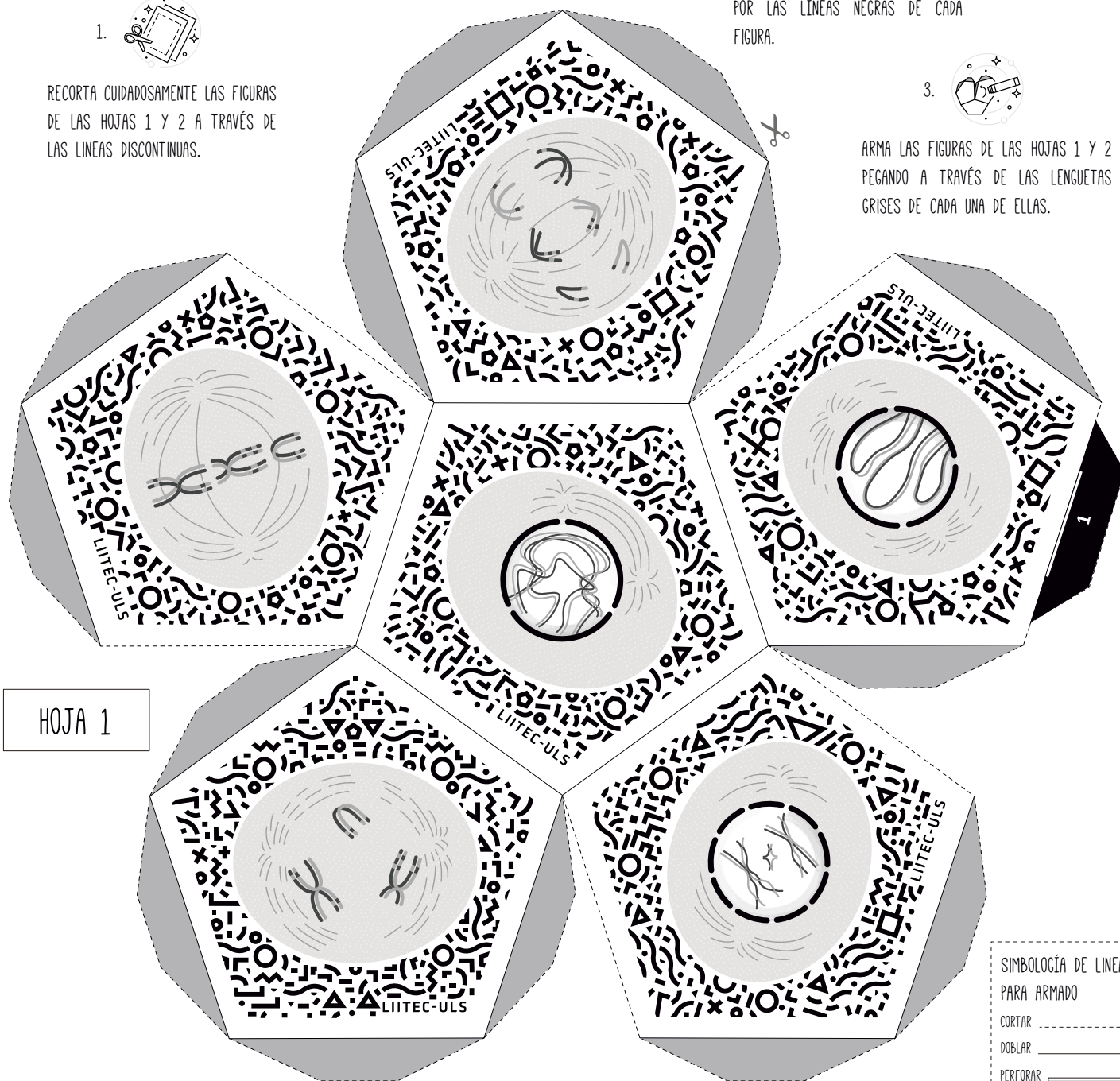
1. RECORTA CUIDADOSAMENTE LAS FIGURAS DE LAS HOJAS 1 Y 2 A TRAVÉS DE LAS LINEAS DISCONTINUAS.



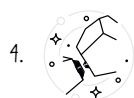
2. CUANDO TENGAS TODO CORTADO, DOBLA POR LAS LÍNEAS NEGRAS DE CADA FIGURA.



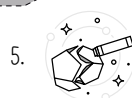
3. ARMA LAS FIGURAS DE LAS HOJAS 1 Y 2 PEGANDO A TRAVÉS DE LAS LENGUETAS GRISES DE CADA UNA DE ellas.



SIMBOLOGÍA DE LINEAS PARA ARMADO
CORTAR: - - - - -
DOBLAR: _____
PERFORAR: _____



4. UNE AMBAS FIGURAS INSERTANDO Y PEGANDO LA LENGUETA NEGRA 2 EN LA 1.



5. CONTINÚA PEGANDO AMBAS FIGURAS A TRAVÉS DE LAS RESPECTIVAS LENGUETAS GRISES PARA ARMAR EL DODECAEDRO.

DESCARGA LA APLICACIÓN DIVISIÓN MEIÓTICA 3D DESDE LAS TIENDAS VIRTUALES:



DISPONIBLE EN Google Play



Consíguelo en el App Store

PARA MÁS INFORMACIÓN VISITA [HTTPS://LIITEC.USERENA.CL/](https://liitec.userena.cl/)



LAS FIGURAS DE ESTAS HOJAS TE PERMITIRÁN OBSERVAR LA DIVISIÓN CELULAR MEIÓTICA EN REALIDAD AUMENTADA PARA LO CUAL DEBERÁS ARMAR UN DODECAEDRO CONSIDERANDO LAS SIGUIENTES INSTRUCCIONES.

1.



RECORTA CUIDADOSAMENTE LAS FIGURAS DE LAS HOJAS 1 Y 2 A TRAVÉS DE LAS LÍNEAS DISCONTINUAS.

2.

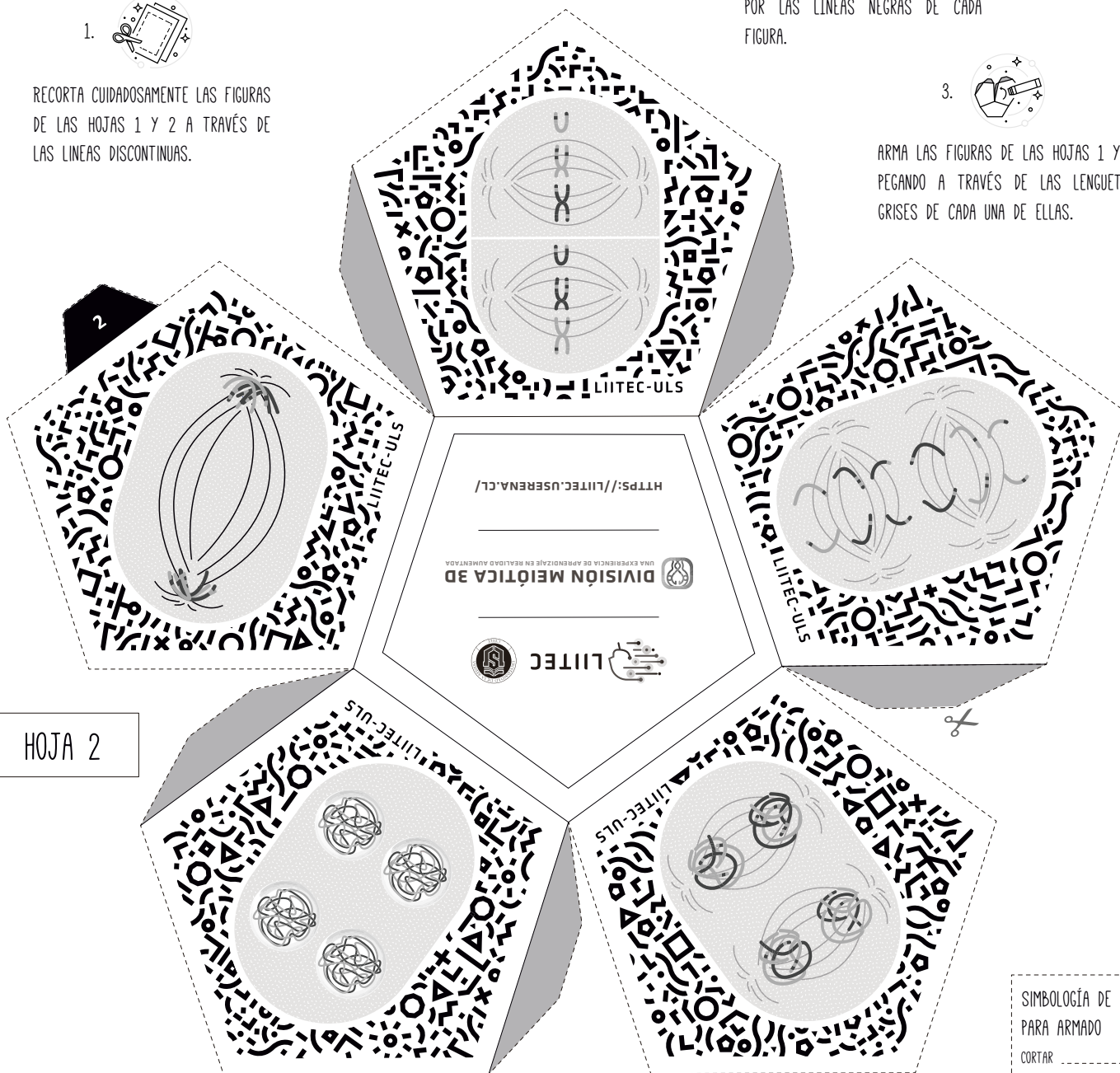


CUANDO TENGAS TODO CORTADO, DOBLA POR LAS LÍNEAS NEGRAS DE CADA FIGURA.

3.



ARMA LAS FIGURAS DE LAS HOJAS 1 Y 2 PEGANDO A TRAVÉS DE LAS LENGUETAS GRISES DE CADA UNA DE ELLAS.



HOJA 2

4.



UNE AMBAS FIGURAS INSERTANDO Y PEGANDO LA LENGUETA NEGRA 2 EN LA 1.

5.



CONTINÚA PEGANDO AMBAS FIGURAS A TRAVÉS DE LAS RESPECTIVAS LENGUETAS GRISES PARA ARMAR EL DODECAEDRO.

SIMBOLOGÍA DE LÍNEAS PARA ARMADO
CORTAR _____
DOBLAR _____
PERFORAR _____

DESCARGA LA APLICACIÓN DIVISIÓN MEIÓTICA 3D DESDE LAS TIENDAS VIRTUALES:



DISPONIBLE EN
Google Play



Consíguelo en el
App Store

PARA MÁS INFORMACIÓN VISITA [HTTPS://LIITEC.USERENA.CL/](https://liitec.userena.cl/)