

## Meiosis

La meiosis es un tipo especial de división celular que se lleva a cabo en organismos con reproducción sexual, en ciertas células especializadas en formar gametas.

### ***La meiosis disminuye la cantidad de cromosomas a la mitad***

Cuando consideramos la reproducción sexual de los organismos eucariontes, tenemos presente que durante la misma una célula sexual masculina (el espermatozoide) se une con la célula sexual femenina (el óvulo – en realidad el ovocito-). La unión de ambas células origina la cigota, la célula que por sucesivas mitosis originará un nuevo individuo.

Aquí es importante recordar que en una especie, la cantidad de cromosomas debe ser constante generación tras generación. Pero, si la cigota reúne la dotación cromosómica de dos células (espermatozoide y ovocito), podríamos pensar que esta célula tendrá el doble de cromosomas que cada uno de sus progenitores.

Esto no ocurre así porque la formación de las gametas en las gónadas (testículos y ovarios) se da por el proceso de meiosis que reduce la cantidad de cromosomas a la mitad. Es decir, a partir de células diploides se generan células haploides.

### ***En la meiosis hay dos divisiones nucleares***

La meiosis es un proceso que ha evolucionado a partir de la mitosis, por lo que no será de extrañar que al describir los acontecimientos que ocurren durante la meiosis veas muchas similitudes con los mecanismos que ocurren en la mitosis. Inclusive los nombres de los diferentes períodos en que se divide este proceso son similares.

Sin embargo, dada la compleja división del ADN que ocurre durante la meiosis son necesarias dos divisiones nucleares, seguidas de sus respectivas citocinesis, para producir células haploides. Estas divisiones son denominadas ***meiosis I*** y ***meiosis II*** y en cada una de ellas ocurrirán procesos únicos y específicos.

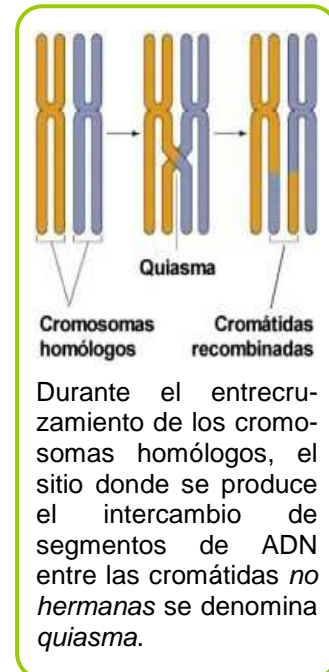
### ***La meiosis I separa cromosomas homólogos***

La reducción a la mitad de la cantidad de cromosomas no es un proceso al azar. Debe resguardarse que cada célula reciba un juego completo de la

dotación cromosómica o información genética. Cada célula hija recibe un miembro de cada par de cromosomas homólogos.

Durante la interfase previa a la meiosis I, el ADN se duplica en la fase S. Por lo tanto, al comenzar la meiosis I, cada cromosoma del par homólogo está compuesto por dos cromátidas hermanas.

Durante la **profase I** los cromosomas comienzan a condensarse y en un evento característico de este proceso los cromosomas homólogos se aparean y entre las cromátidas **no hermanas** se produce el intercambio de material genético. Este proceso es conocido como **entrecruzamiento** o **crossing-over**. Ahora, las cromátidas hermanas de un cromosoma ya no tienen una copia idéntica de la molécula de ADN.



En la etapa siguiente, la **metafase I**, los cromosomas homólogos apareados se alinean en la placa ecuatorial y durante la **anafase I**, los microtúbulos del huso tiran de los cromosomas homólogos hacia los polos opuestos. En la telofase I el huso desaparece y se comienza a formar la envoltura nuclear sobre un juego haploide de cromosomas. Luego tiene lugar la citocinesis.

Como resultado de la meiosis I se han formado dos células con la mitad de cromosomas que la célula madre. Sin embargo, cada cromosoma aún está formado por dos cromátidas.

### **Durante la intercinesis entre la meiosis I y II no hay duplicación de ADN**

Una vez que ha concluido la primera división meiótica, la célula puede ingresar en período similar a la interfase, que se denomina **intercinesis**, pero durante la misma no se produce la duplicación del ADN.

La célula se prepara para la segunda división meiótica que se produce en un plano perpendicular al de la meiosis I.

### **En la meiosis II se separan las cromátidas hermanas**

La meiosis II es casi idéntica a la mitosis de una célula haploide. Durante la **profase II** se desintegra el núcleo. Se forma el huso y las cromátidas de los cromosomas se enganchan al mismo a través del cinetocoro.

En la **metafase II** encontramos a los cromosomas alineados en la placa ecuatorial y, al comenzar la **anafase II** las cromátidas hermanas se separan y pueden comenzar a ser llamadas cromosomas hijos, que se dirigen hacia polos

opuestos de la célula. La **telofase II** y la **citocinesis** son los procesos finales de la meiosis II.

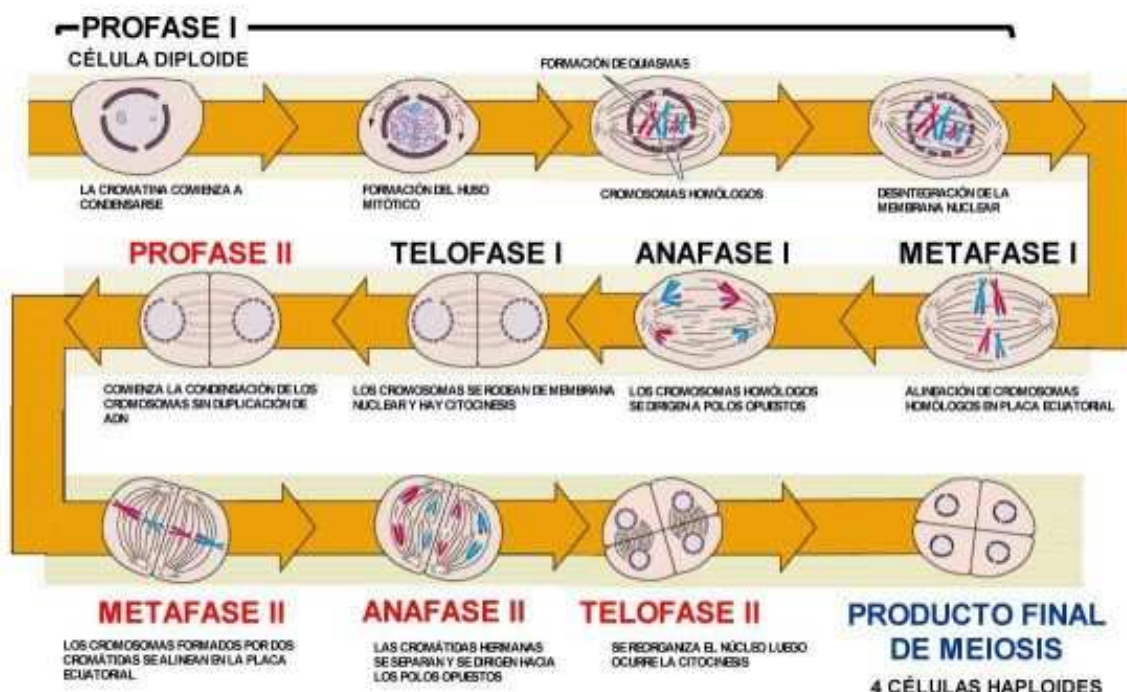
**La meiosis genera cuatro células haploides**

El resultado final del proceso de meiosis es la formación de cuatro células hijas con la mitad del número de cromosomas que la célula madre (haploides). La reducción del número de cromosomas se produce en la meiosis I, y por tal razón se la denomina *etapa reduccional*. En tanto, en la meiosis II como no hay cambio en la cantidad de cromosomas se la llama *etapa ecuacional*.

Además, las cuatro células hijas son genéticamente diferentes como resultado del entrecruzamiento de la profase I, la segregación (separación) al azar de los cromosomas homólogos de la meiosis I y la segregación al azar de las cromátidas hermanas de la meiosis II.

Todos estos eventos generan diferentes combinaciones de genes en las células sexuales o gametas, aportando mayor variabilidad genética en la descendencia. Dado que el entrecruzamiento es un proceso de intercambio entre cromátidas hermanas que se produce al azar (cada vez que se realiza es diferente) es probable que un progenitor nunca genere dos gametas completamente idénticas.

En el sexo masculino el proceso de formación de gametas se denomina *espermatogénesis*. A partir de una célula progenitora se generan cuatro espermatozoides funcionales.



En el sexo femenino el proceso de formación de gametas se denomina *ovogénesis*. A partir de una célula progenitora se forma cuatro células pero solo

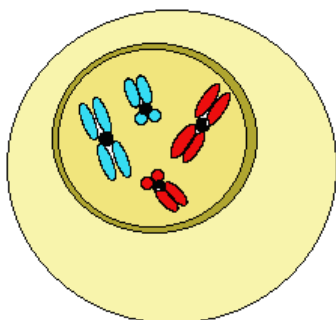
una, el óvulo, es funcional y acapara todo el citoplasma. Las otras tres se denominan *cuerpos polares* y se desintegran rápidamente.



## Actividades

### Actividad 1

La figura siguiente representa el esquema de una célula que va a dividirse por meiosis.



1) ¿Cuál es el número diploide de cromosomas de la célula representada?

2) ¿Cuántos pares de cromosomas homólogos y cuántas cromátidas contiene?

3) ¿Esta célula ya atravesó la fase S de la interfase? ¿Por qué?

4) Representá mediante esquema:

- el resultado de la formación de un quiasma entre cada pareja de homólogos,
- la anafase I,
- la telofase I
- la telofase II.

5) ¿Qué hechos de la meiosis dan como resultado gametos con diferentes cromosomas?



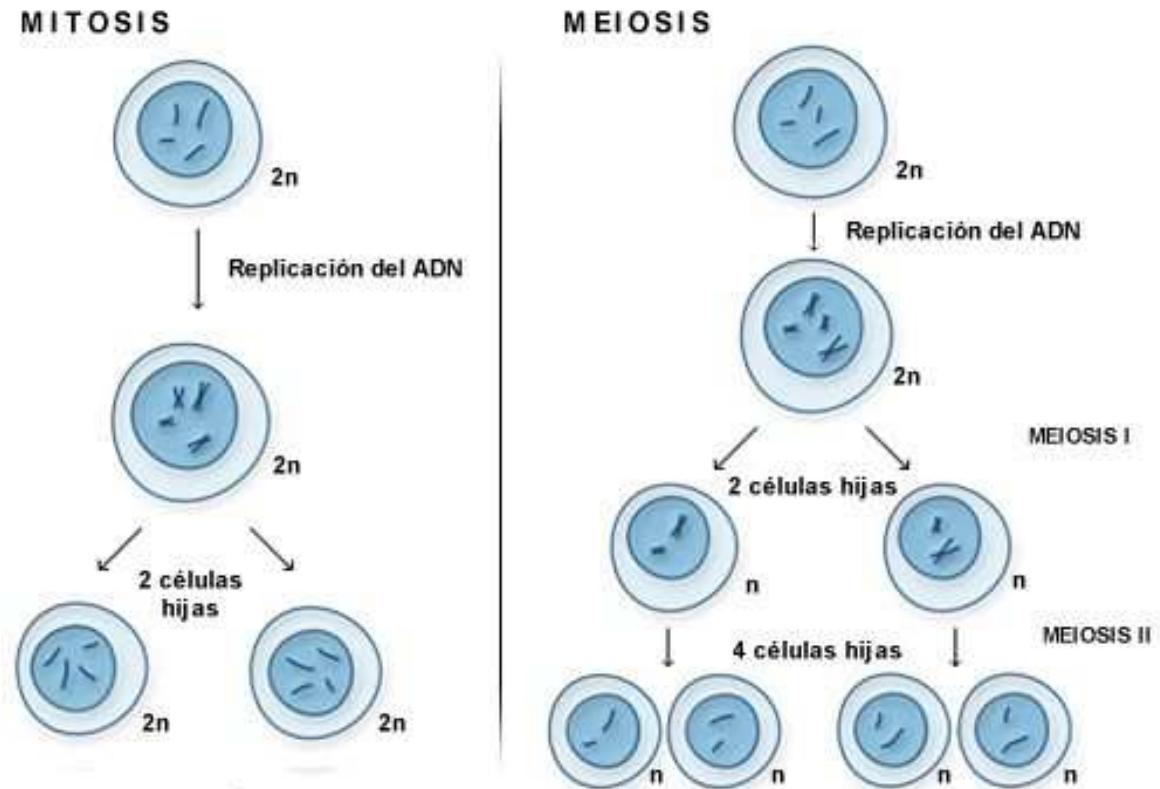
Consultá la clave de respuestas de las actividades.



Aquí te ofrecemos algunos recursos para que puedas ver animaciones del proceso de meiosis

<http://www.youtube.com/watch?v=ASpPtR7cOMo&feature=related>  
<http://www.youtube.com/watch?v=momlPKOWJEE&feature=related>  
<http://www.bioygeo.info/Animaciones/Meiosis0.swf>  
<http://highered.mcgraw-hill.com/olc/dl/120074/bio19.swf>  
<http://highered.mcgraw-hill.com/olc/dl/120074/bio16.swf>

Para comparar los procesos de mitosis y meiosis observá la siguiente ilustración



En el siguiente link también podrás encontrar una comparación entre mitosis y meiosis

<http://highered.mcgraw-hill.com/olc/dl/120074/bio17.swf>

Esta dirección te ofrece una síntesis sobre el genoma humano, los cromosomas y los procesos de transcripción y traducción

<http://es.youtube.com/watch?v=5-yscvik8Qg&feature=related>

En la página siguiente encontrarás la clave (o solución) para la actividad propuesta.



## ***CLAVE DE LAS ACTIVIDADES***

### **Actividad 1**

- 1) El número diploide de cromosomas es  $2n = 4$ .
- 2) Posee 2 pares de cromosomas homólogos y 8 cromátidas.
- 3) Sí atravesó por la fase S porque sus cromosomas están duplicados (poseen dos cromátidas hermanas cada uno)
- 4) Compará con las figuras de la carpeta.
- 5) Entrecruzamiento de la profase I,  
La segregación de los cromosomas homólogos en la meiosis I  
La segregación de las cromátidas hermanas en la meiosis II.

