



GUÍA N°8 “MEIOSIS”

BIOLOGÍA

SEGUNDO MEDIO

La meiosis es un tipo de división nuclear y celular que ocurre solamente en las células germinales. Se caracteriza por una duplicación de ADN (período S) y dos divisiones celulares consecutivas. Como resultado aparecen 4 células hijas con la mitad del número cromosómico de la especie. **Células haploides (n)**. Este proceso permite que los gametos sean haploides, de manera que cuando se fusionen en la fecundación originen un cigoto diploide (2n) con el número cromosómico típico de la especie.

La meiosis caracteriza que las 4 células haploides sean genéticamente diferentes entre sí y respecto a la célula progenitora, gracias a dos sucesos que ocurren durante esta división:

a) **Recombinación génica**

Durante la primera fase meiótica hay intercambio de ADN entre cromosomas homólogos lo que se conoce como “**CROSSING – OVER**” que asegura la recombinación de genes. Este consiste en el intercambio de uno o más segmentos entre los cromosomas homólogos, en forma específica y precisa. En los puntos donde hay entrecruzamiento, un fragmento de cromátida de un homólogo. La zonas de ruptura se separan, como resultado, las cromátidas hermanas de cada cromosoma homólogo dejan de ser genéticamente idénticas. Por lo tanto el crossing – over es un mecanismo crucial que permite la recombinación del material genético de los progenitores.

b) **Separación de los cromosomas al azar**

Los cromosomas migran hacia los polos. Esta migración es completamente al azar, lo que asegura que todas las células hijas tengan diferente constitución genética o combinación cromosómica (permutación cromosómica)

Etapas de la meiosis

La meiosis consiste en dos divisiones nucleares sucesivas, designadas convencionalmente como meiosis I y meiosis II. De la misma manera que en la interfase mitótica, durante la interfase que precede a la meiosis de los cromosomas se replican, por lo que al comienzo de la meiosis cada cromosoma está formado por dos cromátidas hermanas idénticas, unidas al centrómero.

Primera división meiótica: Meiosis I o reduccional

La primera de las dos divisiones nucleares de la meiosis se desarrolla a través de las etapas de profase, metafase, anafase y telofase (a todas ellas se las asigna con I para indicar que son subetapas de la meiosis).

➤ **PROFASE I:** Es la etapa más larga de la meiosis y se divide en 5 subetapas:

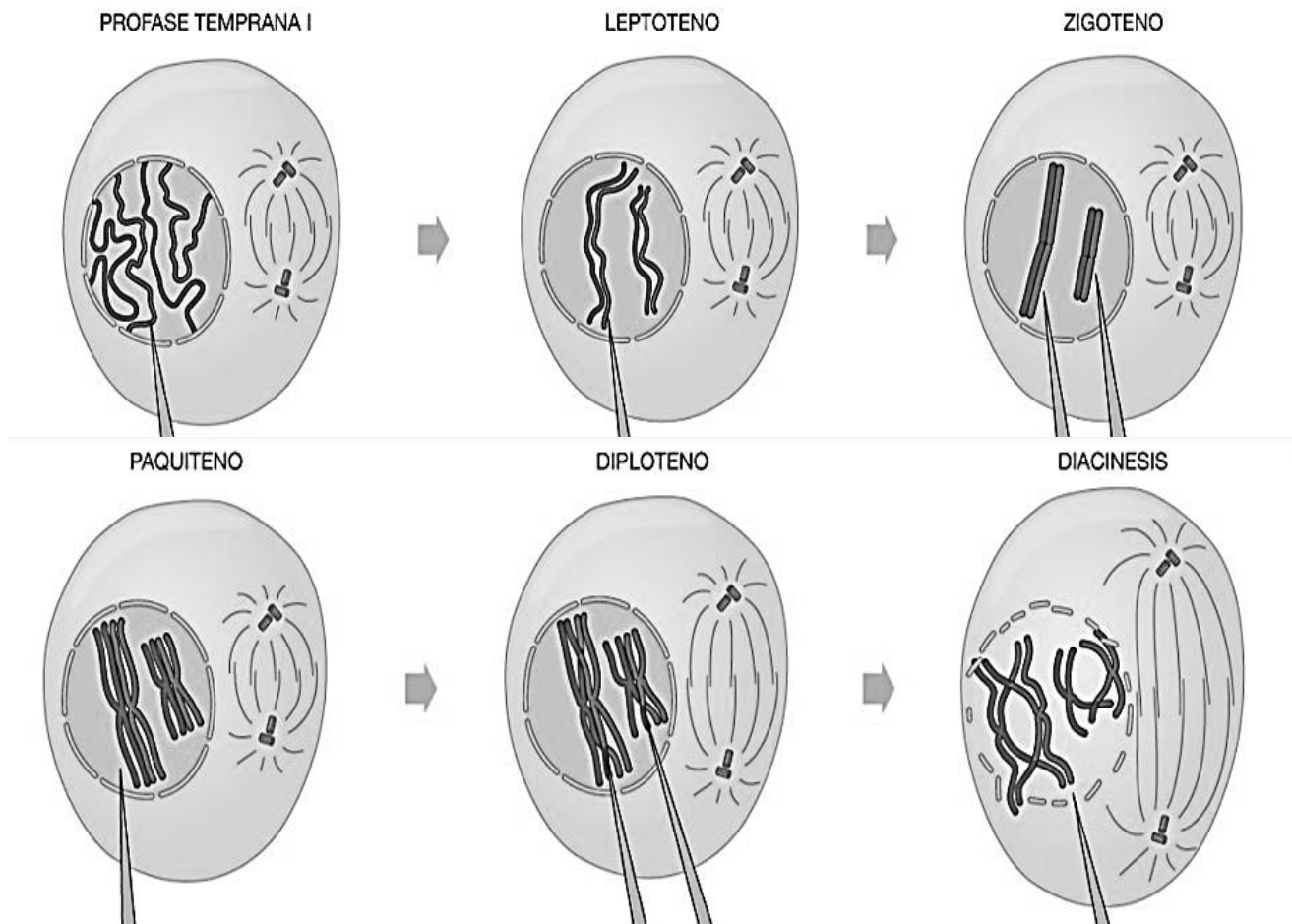
1.- Leptonema: Los cromosomas se presentan laxos (se ven como largos filamentos), con estructuras esféricas dispuestas regularmente a lo largo de todos los cromosomas que se denominan **cromómeros**, lo que corresponde a empaquetamientos de la fibra de cromatina.

2.- Cigonema: Durante esta etapa los cromosomas homólogos se aparean a todo lo largo, gracias al reconocimiento específico y punto por punto (cromómero a cromómero), a través de un proceso conocido como **sinapsis**. La sinapsis comprende la formación de una estructura proteica denominada **complejo sinaptonémico**. De esta manera cada par de cromosomas apareados recibe el nombre de **bivalente** o **tétrada** (cuatro cromátidas). Los telómeros de los cromosomas permanecen asociados a la carioteca.

3.- Paquinema: Durante esta etapa, luego de la sinapsis, se produce el intercambio de segmentos entre cromosomas homólogos, conocidos como **entrecruzamiento o crossing – over**, o **recombinación genética**.

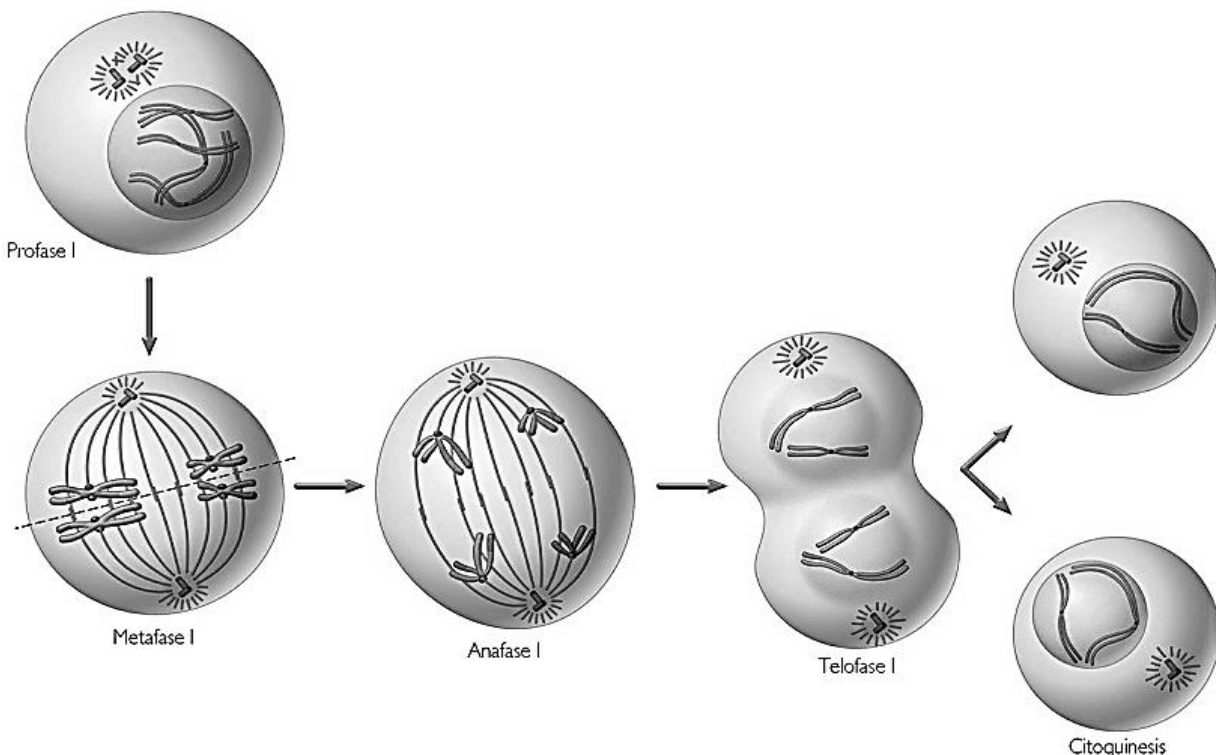
4.- Diplonema: Los cromosomas están más condensados y comienzan a separarse de los homólogos, pero permanecen unidos en los lugares donde hubo recombinación. Estos puntos se llaman **quiasmas**. El quiasma corresponde a la evidencia citológica de que ocurrió crossing – over (proceso a nivel molecular). El número de quiasmas es variable, ya que pueden aparecer pares de cromosomas homólogos con un solo quiasma y otros con varios. Otro evento que ocurre en esta etapa es la migración de los centriolos hacia los polos de la célula.

5.- Diacinesis: Los cromosomas se condensan al máximo y los quiasmas se hacen terminales manteniendo unidos a los homólogos. Desaparece la carioteca, los centriolos llegan a los polos, aparece el áster y comienza a formarse el huso mitótico.



- **METAFASE I:** En esta etapa se forma el huso a lo largo de la célula y los bivalentes se ubican en el plano ecuatorial.
La disposición de los cromosomas es diferente a la de la mitosis, ya que los homólogos se disponen a ambos lados del ecuador de la célula, no como en la fase mitótica que están todos los cromosomas alineados sobre el ecuador. Las distintas combinaciones de los cromosomas homólogos en el ecuador de la célula se denominan **permutación cromosómica** y contribuye a generar nuevas combinaciones cromosómicas.
- **ANAFASE I:** Durante esta etapa, cada miembro del par de cromosomas homólogos migra al polo opuesto, determinado por la distribución al azar de la metafase I. Por lo tanto, se produce la separación de los cromosomas homólogos. Sin embargo, las dos cromátidas hermanas de cada homólogo no se separan como ocurre en la mitosis, sino que permanecen juntas.
- **TELOFASE I:** En esta etapa los grupos cromosómicos haploides llegan a sus respectivos polos y en torno a ellos no reaparece la carioteca al final de la meiosis I. Pues es un gasto energético el hecho de que la célula la reconstruya al final de esta etapa y después al principio de la meiosis II la vuelva a destruir. Ello implica un gasto energético para la célula.

La telofase es seguida de la citodíesis (que, recordemos, es un estrangulamiento de la célula por su porción media en donde interviene el citoesqueleto a través de los filamentos de actina). Originándose **2 células hijas con n cromosomas** y contenido **2c de ADN**. En esta primera división meiótica se ha reducido al número cromosómico y no al número de cadenas de ADN, lo cual ocurrirá en la segunda división meiótica. Entre la primera y segunda división meiótica hay una corta **intercinesis, sin un periodo S** (no se duplica el ADN), y en algunos casos las dos células hijas pueden permanecer unidas.



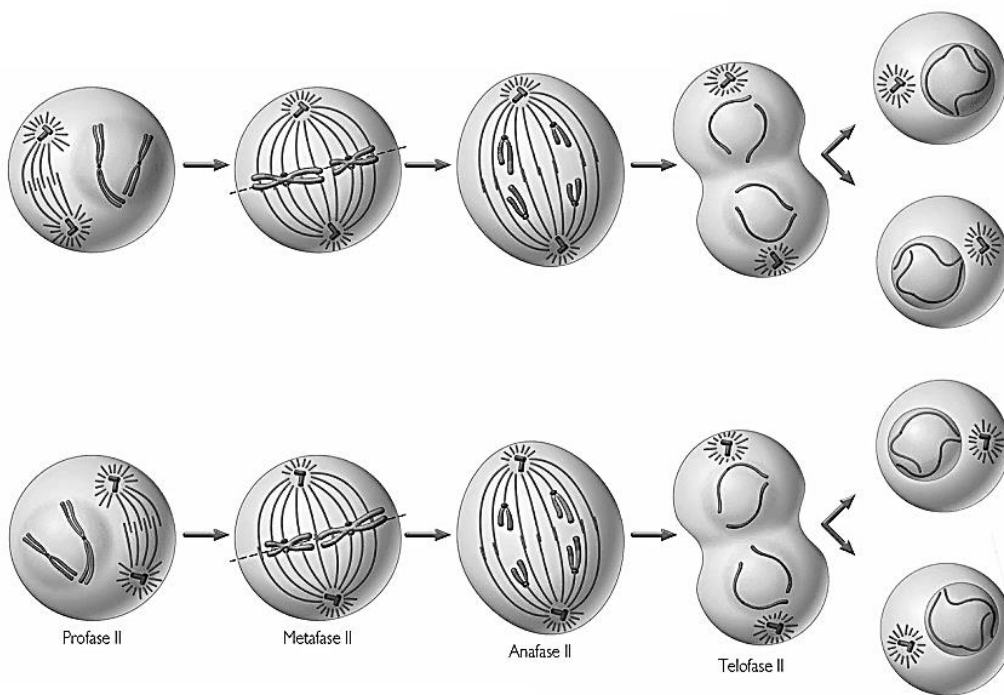
Segunda división meiótica: Meiosis II o Ecuacional

Esta etapa se denomina ecuacional debido a que se reparten las dos cromátidas hermanas recombinadas en las células hijas. Esta etapa es más parecida a la mitosis.

- **PROFASE II:** Es similar a la profase mitótica. Los centriolos migran hacia los polos y se comienza a formar el huso mitótico.
- **METAFASE II:** Los cromosomas se ubican en el plano ecuatorial y están en su máxima condensación. En este caso los cromosomas están alineados sobre el ecuador de la célula, tal como ocurre en la mitosis.
- **ANAFASE II:** Se divide el centrómero y cada cromátida hermana migra hacia un polo opuesto de la célula.
- **TELOFASE II:** Se reconstituyen los núcleos de las células hijas. Se descondensa el ADN, desaparece el huso meiótico y al final se rearmen los nucléolos pues reaparece la carioteca.

Después sobreviene una citodiéresis, dando origen a **4 células hijas** con **n** cromosomas cada una (haploides) y un contenido **c** de ADN (se ha producido la reducción del material hereditario).

Consecuencias genéticas de la meiosis



Los procesos más importantes de la meiosis son la reducción del número de cromosomas a la mitad, la recombinación genética y la segregación de los cromosomas maternos y paternos. Así, desde un punto de vista genético, la meiosis asegura la constancia del número específico de cromosomas de la especie, además de generar variabilidad en la descendencia, gracias a los mecanismos de **crossing-over** y **permutación cromosómica**.



GUÍA N°9 “ACTIVIDADES MEIOSIS”

BIOLOGÍA

SEGUNDO MEDIO

Esta guía tiene como propósito reforzar los contenidos tratados en las clases y afianzar los dos objetivos planteados por el profesor:

- 1) Deducir cómo la meiosis permite la variación en una especie.
- 2) Analizar cómo la meiosis mantiene constante el N° de cromosomas en las especies.

1. La Meiosis y la mitosis son dos tipos de división celular con propósitos muy diferentes.

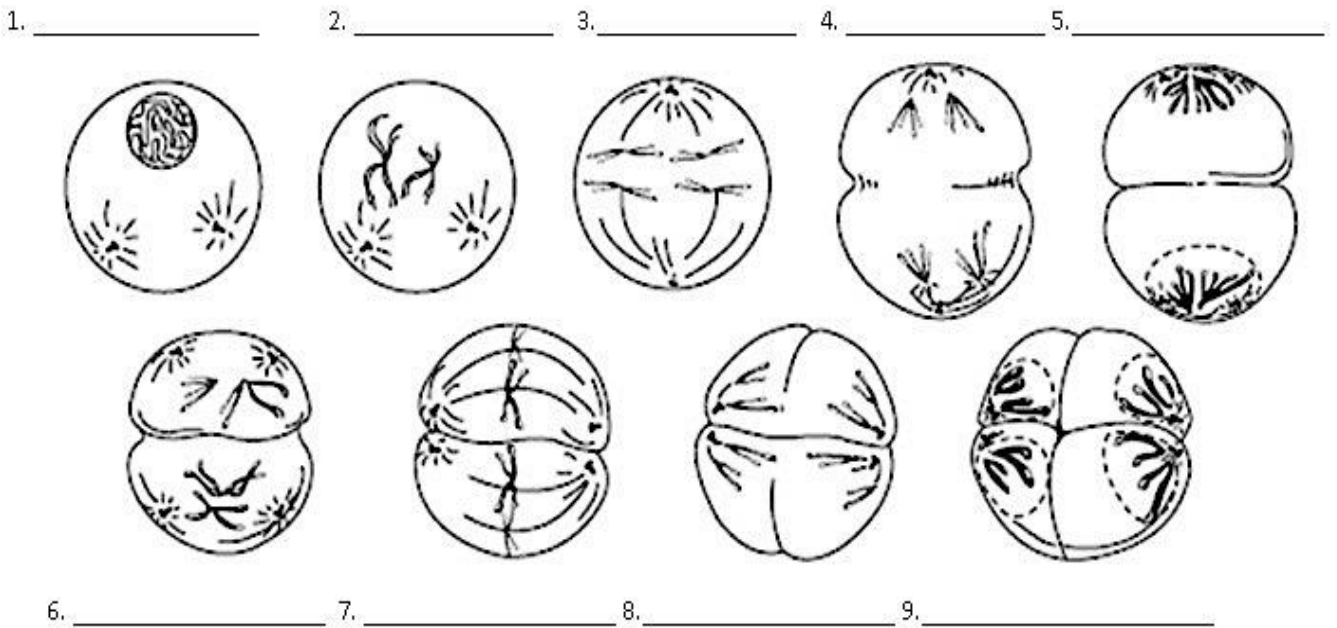
La Mitosis produce células que tienen dos copias de cada tipo de cromosoma (células _____), mientras que la meiosis produce células con sólo una copia de cada tipo de cromosoma (célula _____). ¿Por qué se reduce el número de cromosomas en la meiosis? _____

Mitosis	Meiosis
Produce 2 células diploides.	
Ocurre en todas las células somáticas	
Produce células idénticas	Debido a _____ y a _____ produce gametos que no son idénticos permitiendo la _____ de la progenie
Durante la metafase los cromosomas se alinean en el centro de la célula	

2. ¿Qué evento significativo pasa en cada fase de la meiosis nombrada a continuación?

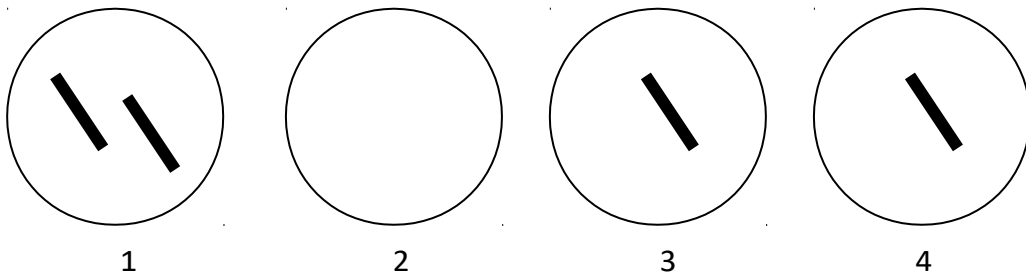
- a. Durante la **profase I**, _____ se aparean para formar una _____ y ocurre _____ causando variación genética.
- b. Durante la **metafase I**, _____ se alinean en el Ecuador de la célula. Ocurre **permutación** de los cromosomas contribuyendo también a la _____
- c. _____ se separan durante la **anafase I**.
- d. Durante la **telofase I**, se forman dos células _____ por citocinesis y cada cromosoma presenta dos _____ hermanas.
- e. _____ se separan durante la **anafase II**.
- f. La **Telofase II** produce 4 diferentes células _____. Estas células se transformarán en _____ en machos y en _____ en hembras.

3. **En tu libro de texto, lee sobre las fases de la meiosis. Rotula las siguientes fases de la meiosis. Usa estas opciones:** Metafase I, Metafase II, Interfase, Telofase I, Telofase II, Anafase I, Anafase II, Profase I y Profase II.



4. Cuando las cosas resultan mal:

a) A continuación hay 4 ovocitos que resultaron de una meiosis. La célula de la cual se originaron era $2n=2$, por lo tanto sólo los ovocitos N° y N° son normales.



b) ¿Qué clase de condición resultará si la célula 1 se encuentra con un gameto normal? _____

c) ¿Qué clase de célula resultará si el ovocito N° 2 se encuentra con un espermatozoide normal?

5. Los siguientes enunciados describen la interfase y la meiosis I.

Identifica cada fase. Después, enuméralas del 1 al 5 según el orden en que ocurren.

Usa 1 para la primera fase y 5 para la última fase.

Enunciado	Nombre de la fase	Secuencia
Los pares de cromosomas homólogos se alinean en el ecuador.	a.	b.
La célula replica sus cromosomas.	a.	b.
Los cromosomas homólogos se separan y se mueven hacia lados opuestos de la célula.	a.	b.
Se forma el huso, los cromosomas se condensan y se unen para formar tétradas; es muy probable que ocurra entrecruzamiento o crossing over.	a.	b.
Cada célula posee sólo la mitad de la información genética; sin embargo, se requiere otra división celular porque cada cromosoma aún está replicado.	a.	b.

6. En tu libro de texto, lee acerca de cómo la meiosis produce variabilidad genética.

Indica si cada enunciado es verdadero o falso. (Justifica las falsas)

_____ 1. Puede ocurrir un reordenamiento de los cromosomas durante la meiosis debido al entrecruzamiento o debido a la distribución independiente de los cromosomas homólogos.

_____ 2. La recombinación genética o crossing over es una de las fuentes más importantes de variabilidad entre los organismos.

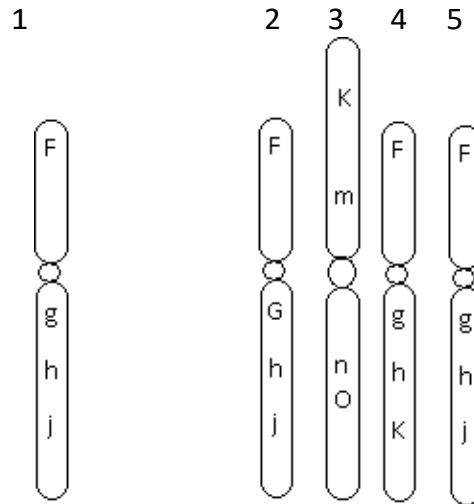
_____ 3. La permutación de los cromosomas durante la metafase de la meiosis I provoca intercambio de pedazos de cromosomas entre los homólogos.

_____ 4. La no disyunción produce un cigoto con un cromosoma extra.

_____ 5. El síndrome de Down es resultado de no disyunción del cromosoma N° 22.

_____ 6. Los errores que ocurren durante la meiosis son beneficiosos.

7. Resuelva el problema: El diagrama de abajo muestra el cromosoma 1 presentando cuatro diferentes genes. Estos genes están representados por las letras F, g, h, j. Los posibles cromosomas homólogos están representados por los números 2, 3, 4 y 5. Examina los 5 cromosomas y los genes que ellos contienen y determina cuál de los 4 cromosomas (2 al 5) es o son homólogo (s) con el cromosoma 1.



Pensamiento crítico:

1. Clasifica: ¿Podría el cromosoma 2 ser homólogo con el cromosoma 1? Explica

3.

4. Clasifica: ¿Podría el cromosoma 4 ser homólogo con el cromosoma 1? Explica

5. Clasifica: ¿Podría el cromosoma 5 ser homólogo con el cromosoma 1? Explica

8. ¿Por qué es importante la meiosis en la reproducción sexual?

(pista: piensa qué ocurriría si no hubiera reducción del N° de cromosomas en los gametos producidos por una célula con $2n$ cromosomas y si no hubiese crossing over en profase I ni Distribución independiente de los cromosomas homólogos en metafase I Respuesta:

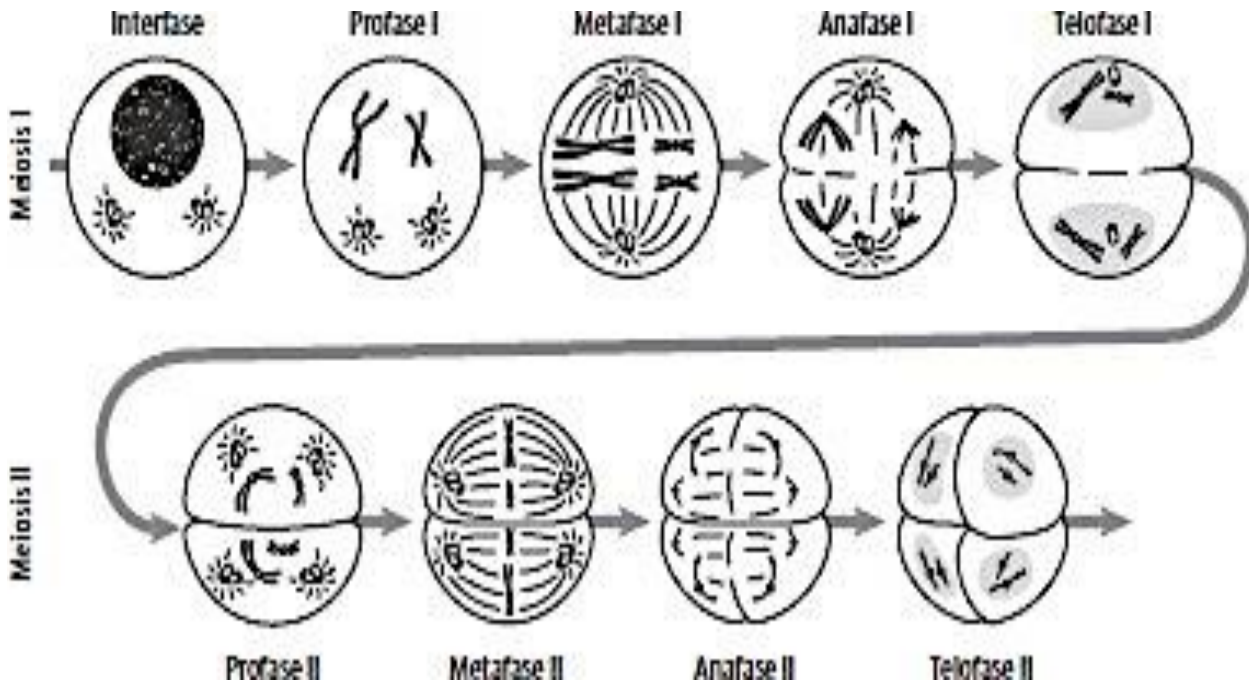
Si no hubiera reducción del N° de cromosomas en los gametos producidos por una célula con $2n$ cromosomas

Si no hubiese crossing over en profase I ni Distribución independiente de los cromosomas homólogos en metafase I

9. ¿En qué tipo(s) de organismo(s) ocurre la meiosis?



10. Instrucciones: Estudia el diagrama. Luego responde las preguntas.



a. La meiosis comienza con una célula. ¿Cuántas células se forman al final de la meiosis I?

b. ¿Qué les ocurre a los cromosomas de una célula para que se inicie la meiosis?

c. ¿En cuál etapa de la meiosis las células se convierten en haploides?

d. La meiosis I comienza con una sola célula. ¿Cuántas células se forman al final de la meiosis II?

e. Al final de la meiosis II, cada célula sexual haploide tiene sólo la mitad de cromosomas que la célula diploide original. ¿Por qué es esto importante?

