

Tema 3: “División celular: Meiosis”

- Concepto de meiosis.
- Fases de la meiosis.

OBJETIVOS

- I. Comprender la importancia de la meiosis en la formación de nuevos organismos.
- II. Indicar a través de un esquema las diferentes etapas que componen el proceso de meiosis.
- III. Conocer los cambios que se producen en cada una de las fases de la meiosis.
- IV. Establecer paralelismos y diferencias entre los procesos de mitosis y meiosis.

CONTENIDOS A DESARROLLAR

Concepto de Meiosis.

De las dos formas de división celular que se dan en el ser humano, la *meiosis* es aquella que queda restringida a la finalidad de producir gametos o células reproductoras, es decir, células haploides con una sola serie de cromosomas o, lo que es lo mismo, con sólo la mitad de la carga genética normal del ser humano.

En la mayoría de las células, los cromosomas se reparten en dos series de elementos homólogos. En este sentido, los 46 cromosomas del ser humano se reparten en dos series de 23 cromosomas homólogos, o lo que es lo mismo, en 23 pares de cromosomas. Según esto, se denomina "célula haploide" a aquella que solamente tiene una serie de cromosomas y "diploide" a aquella que esta formada por las dos series completas de cromosomas.

Todas las células del organismo humano tienen número diploide de cromosomas, excepto las células reproductoras o gametos (óvulo y espermatozoide), las cuales tienen número haploide de cromosomas. La razón de esto es muy sencilla:

- Las células no reproductoras cuya función es mantener el crecimiento del individuo, tienen que dar lugar a células idénticas para que el tejido del que forman parte siga siendo el mismo. Para conseguirlo necesitan la dotación cromosómica al completo.
- Sin embargo, las células reproductoras tienen que dar lugar a un nuevo individuo que posea, no todas las características de un progenitor, sino los caracteres de los dos con el fin de conseguir una adaptación más fácil al medio y que pueda sobrevivir. Para conseguirlo, cada célula reproductora necesita tener la mitad de la dotación cromosómica del nuevo ser.

Por tanto, en todo organismo vivo con reproducción sexual han de existir células haploides y diploides, para cuya obtención se necesitan dos mecanismos distintos de división celular. Así pues, podemos decir que **la meiosis**, a diferencia de la mitosis, *consiste en el desdoblamiento de una célula en dos, sin duplicación cromosómica previa*. En realidad el proceso de meiosis está formado por dos divisiones mitóticas con características especiales. Así, la primera de estas divisiones meióticas consiste en una mitosis en cuya profase distinguimos hasta cinco subfases que denominamos leptotene, cigotene, paquitene, diplotene y diacinesis. En estas subfases se producen unos fenómenos que aseguran la variabilidad genética en la futura descendencia (formación de quiasmas en la fase de diplotene) y van llevando a la célula diploide a su división en dos células haploides. Por su parte, la segunda división meiótica es una división mitótica prácticamente normal, si exceptuamos el hecho de que ya se realiza con dos células haploides.

Fases de la meiosis.

PRIMERA DIVISIÓN MEIÓTICA		
PROFASE	LEPTOTENE	Los cromosomas están extendidos en cromatina y el centríolo comienza a dividirse para formar el huso acrosómico.
	CIGOTENE	Se aparean los cromosomas homólogos formando, cada par de homólogos, un conjunto denominado "bivalente". Esto ocurre antes de que cada cromosoma cree su cromátida hermana, por lo que estos conjuntos bivalentes aparentan ser, en realidad, un solo cromosoma con sus dos cromátidas hermanas, dando el aspecto de que se han reducido a la mitad el número de cromosomas. Por su parte, los centríolos continúan separándose.
	PAQUITENE	Cada uno de los cromosomas homólogos crea su cromátida hermana. Dado que cada cromosoma está apareado con su homólogo, el conjunto bivalente del que hablábamos anteriormente se transforma en "tétrada".
	DIPLOTENE	Los cromosomas homólogos se distancian por la región del centrómero, a la vez que las regiones distales de sus cromátidas contactan entre si, en unos puntos denominados "quiasmas". El número de quiasmas o sobrecruzamientos depende de la longitud del cromosoma y sirven para que se produzca el intercambio de material genético entre los cromosomas maternos y paternos, asegurando la variabilidad genotípica.
	DIACINESIS	Una vez producido el intercambio de material genético en los quiasmas, las tétradas se separan y los cromosomas se engruesan y acortan. Comienza a desaparecer la membrana nuclear y los centríolos alcanzan sus posiciones en los polos.

PRIMERA DIVISIÓN MEIÓTICA (continuación)	
METAFASE MEIÓTICA	Se forma el huso mitótico y la membrana nuclear desaparece, pero no se produce la división de los cromosomas por el centrómero, como ocurriría en la mitosis normal. Comienza cuando las tétradas, aún formadas, se colocan en el ecuador. Al separarse, los cromosomas maternos y paternos se ordenan al azar, y a cada mitad del huso acrosómico va un representante completo de cada par de cromosomas homólogos (ya que no hay división por el centrómero). El reparto es al azar y, de esta forma, se aumentan las posibilidades de recombinación genética (que ya estaba asegurada por los sobrecruzamientos o quiasmas acontecidos en la fase del diplotene).
ANAFASE	Se separan los conjuntos bivalentes, mientras que comienza a aparecer el surco ecuatorial o de estrangulación celular.
TELOFASE	Se produce el estrangulamiento celular, desaparece el huso meiótico y se rehacen las estructuras de las células hijas. Se trata, por tanto, de una telofase normal, pero con dos células haploides.

Después de una corta interfase comienza la **SEGUNDA DIVISIÓN MEIÓTICA**, la cual consiste en una división mitótica completamente similar a una mitosis normal, sólo que con células que tienen 23 cromosomas.

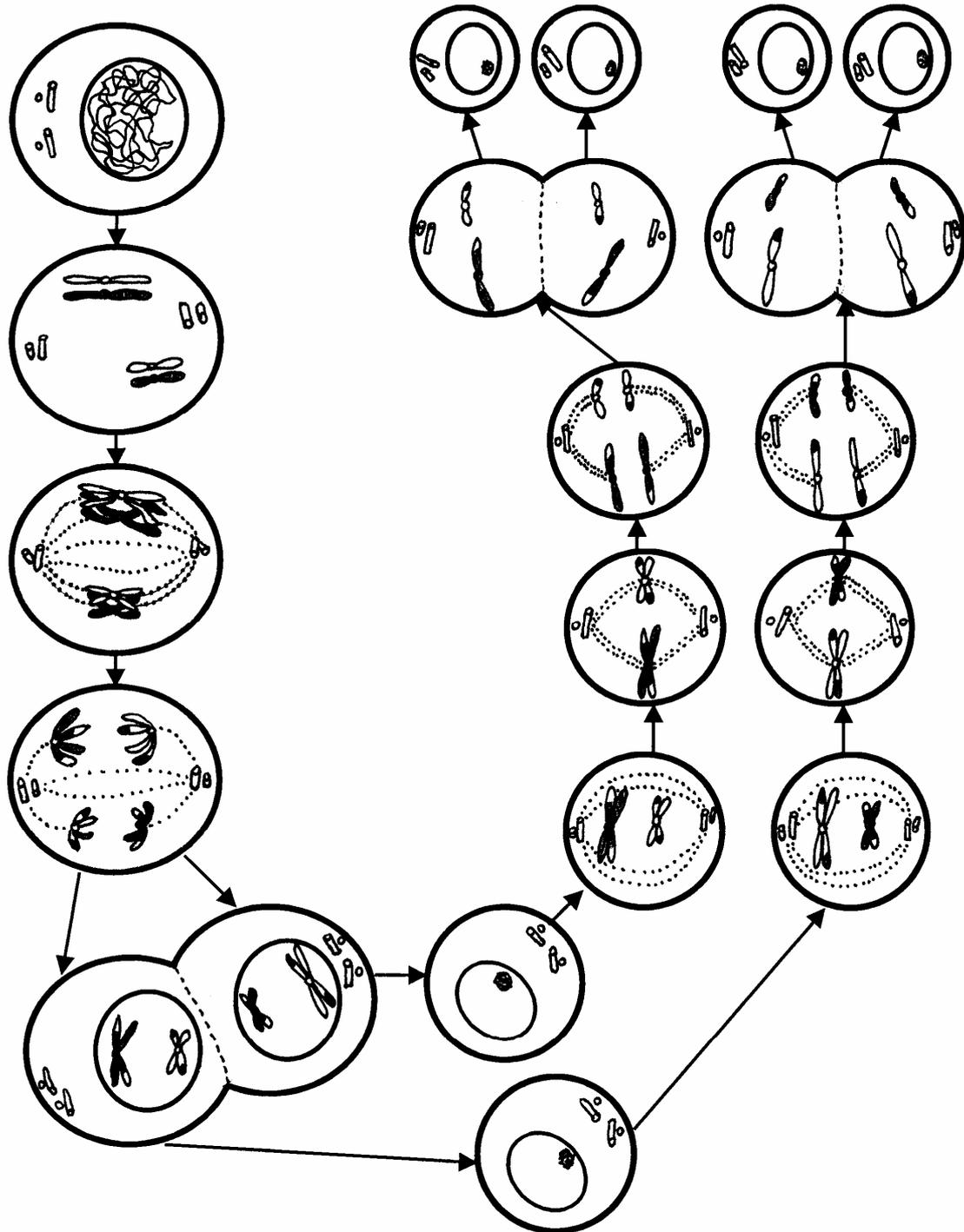
Así pues, podemos resumir las características más importantes de la meiosis en los siguientes puntos:

1. Apareamiento de los cromosomas homólogos durante el cigotene (conjuntos bivalentes).
2. Entrecruzamiento o *crossing-over* en el diplotene.
3. Ordenación al azar de los cromosomas maternos y paternos durante la metafase.

PROPUESTAS DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 1: En el esquema del proceso de meiosis, que aparece a continuación, debes identificar las siguientes estructuras y fenómenos del proceso meiótico:

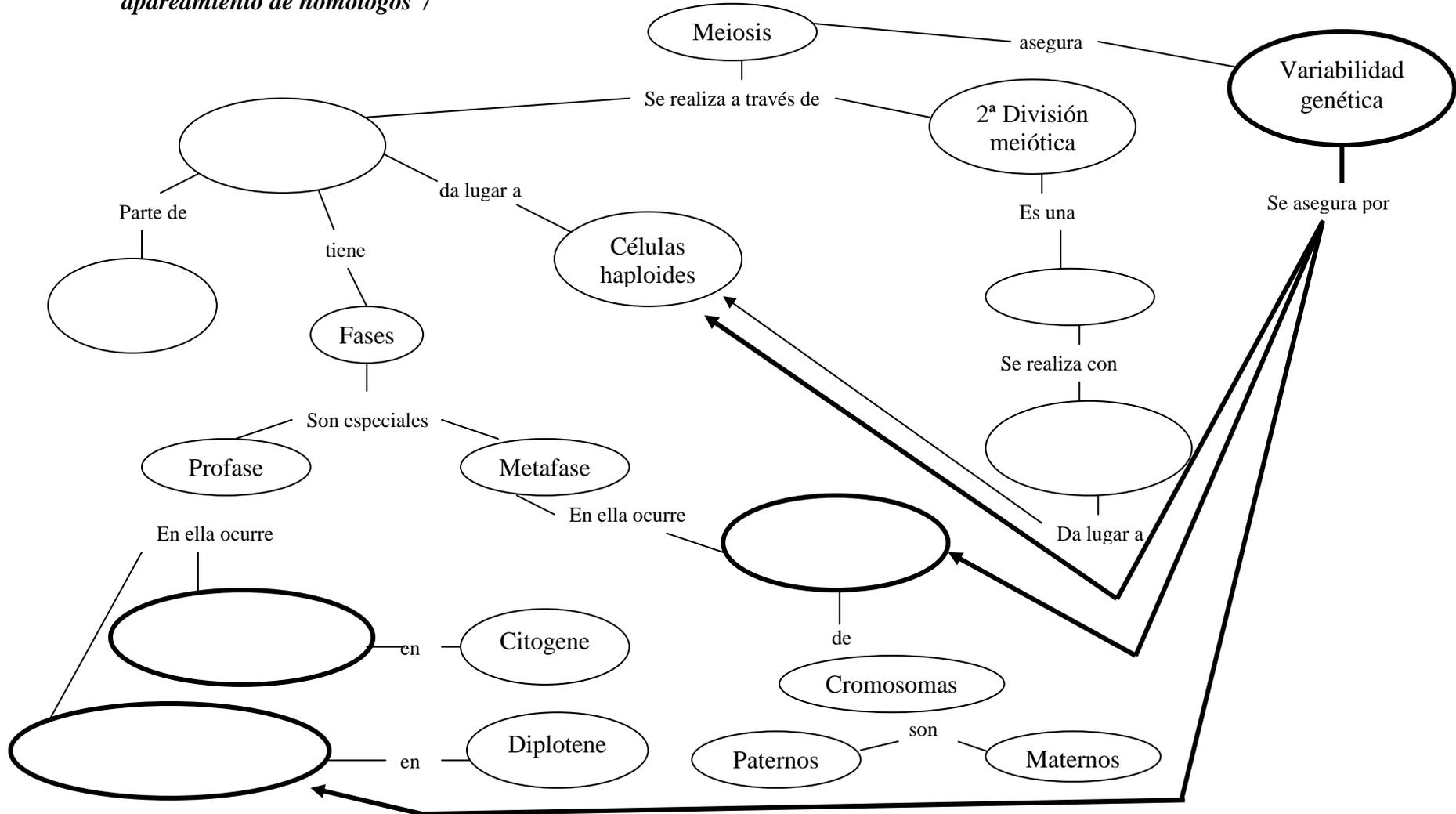
Centríolos / Leptotene / Quiasmas / Cigotene / 2ª división meiótica / Cromosomas homólogos / Célula diplotide / Cromátida hermana / Células haploides / Diacénésis



ACTIVIDAD 2: Relaciona cada uno de los siguientes conceptos con su definición o papel en el proceso de división meiótica, completa la información cuando sea preciso.

Quiasmas	Fenómeno que tiene lugar durante la fase de de la meiosis, debido a la tendencia de los cromosomas a situarse cada uno cerca de su (el cromosoma materno, de cada par, junto al de ese mismo par), dando lugar a los denominados conjuntos
Meiosis	Célula de los organismos con reproducción sexual (....., en la hembra y, en el macho), formada a partir de un proceso de
Célula haploide	Término con el que resumimos las diferentes genéticas que presentan los distintos seres humanos y que están aseguradas por los fenómenos que se producen durante el proceso de división celular
Conjuntos tétradas	Proceso especial de celular de los organismos vivos con sexual, que permite la formación de células (con la mitad de dotación genética), capaces de fusionarse con células similares de otro organismo para la formación de un nuevo vivo, asegurando la genética de la especie.
Variabilidad genética	Aquella que está formada por una sola de (un solo elemento de cada par de los cromosomas homólogos), es decir, aquella que está formada por sólo cromosomas en el caso del ser
Apareamiento de homólogos	Denominación que reciben las disposiciones de del núcleo celular durante la fase de la cuando se aparean los y antes de que se dupliquen las cromátidas de cada uno de ellos.
Gameto	Denominación que reciben los puntos de contacto que se establecen a lo largo de los cromosomas maternos y paternos de cada par (cromosomas), para el intercambio de durante la fase de de la meiosis.
Conjunto bivalente	Denominación que reciben las disposiciones de los del núcleo celular durante la fase del de la cuando, tras aparearse los se duplican las de cada uno de ellos y vemos al microscopio agrupamientos de cuatro cromátidas (dos cromosomas homólogos en cada uno de los cuales ya se han formado sus cromátidas hermanas).

ACTIVIDAD 3: Observa y completa el siguiente gráfico con los términos que aparecen a continuación:
Células diploides / distribución al azar / células haploides / quiasmas o sobrecruzamientos / mitosis / 1ª división meiótica / apareamiento de homólogos /



FUENTES DOCUMENTALES

Bibliografía recomendada

- Curtis, H. (1985): *Biología*. Barcelona: Panamericana (4ª Ed.).
Capítulo 12: Meiosis y reproducción sexual (pp 280-293).
- Stern, C. (1983). *Genética Humana*. Madrid: Alhambra. (2ª Ed.).
Capítulo 4: Meiosis (pp. 85-104)

Bibliografía para ampliación

- Caminero, A. (1998). Bases celulares de la herencia. En A. Abril, E. Ambrosio, M.R. de Blas, A.A. Caminero, A.A., J.M. de Pablo y E. Sandoval (Eds.). *Fundamentos biológicos de la conducta*. Madrid: Sanz y Torres (pp. 121-149).
- Sadler, T.W. (2002). *Embriología Médica: con orientación clínica / Langman*. Madrid: Panamericana (8ª Ed.).
Cap. 1: Gametogénesis: conversión de las células germinales en gametos masculinos y femeninos (pp. 3-29)
- Solari, A.J. (1999). *Genética Humana*. Madrid: Médica Panamericana (2ª Ed.).
Cap. 9: Meiosis. Recombinación y disyunción (pp. 175-193).
- Wallace, R.A. (1991): *Biología molecular y herencia*. México: Trillas.
Cap. 11: La mitosis, la meiosis y el ciclo celular (pp. 293-327).

CUESTIONES PARA LA VALORACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

- ¿Cuál es la función de la meiosis?
- Establecer diferencias y semejanzas entre los procesos de Mitosis y Meiosis.
- Explicar el problema numérico resuelto por la meiosis en el caso de la especie humana.
- Enumerar de qué modo se asegura la variabilidad genética a través de la reproducción sexual.
- ¿Cuál es el resultado del sobrecruzamiento?