

Cajón de Ciencias

Mitosis y meiosis

Mitosis y meiosis son las dos formas de división celular que existen. Tienen algunos puntos en común, pero también diferencias, y cada una cumple una función distinta en la Naturaleza.

Primero, unas pinceladas básicas

En la **mitosis** partimos de una célula $2n$ (diploide) o n (haploide), y terminamos con dos células *idénticas* en dotación genética a la original (un poco más pequeñas en tamaño, eso sí). Para ello, hay una parte del proceso en el que la célula debe duplicar su material genético, para luego hacer el reparto:

En células haploides : $n \rightarrow (2n) \rightarrow 2 \text{ células } n$

En células diploides: $2n \rightarrow (4n) \rightarrow 2 \text{ células } 2n$

Así que, como ves, la **finalidad** es la de la **multiplicación celular**. Cualquier tejido que necesite renovar sus células (como la piel, el tejido hematopoyético, el hueso en crecimiento, etc.) llevará a cabo mitosis con mucha frecuencia.

En la **meiosis** partimos de una célula necesariamente $2n$, y terminamos con cuatro células n :

$$2n \rightarrow (4n) \rightarrow 2 \text{ células } 2n \rightarrow 4 \text{ células } n$$

Hay duplicación de material genético en un primer paso, pero como son dos las divisiones que se hacen, al final cada célula hija tendrá la mitad del material genético original. Además, como explicaremos más adelante, hay una reordenación del ADN.

Por lo tanto, la **finalidad** de la meiosis es doble: por un lado, crear **gametos** (células con la mitad de material genético), y por otro, reordenar dicho material para **aumentar la variabilidad genética** de la descendencia. Solo encontraremos meiosis en los tejidos encargados de fabricar células sexuales.

La mitosis en detalle

La célula en estado “normal” se dice que está en interfase. Su ADN (a partir de ahora supondremos siempre una célula $2n$) está desenrollado formando la cromatina, dentro del núcleo celular. En un momento determinado, la célula puede recibir la orden de dividirse¹, y ahí saldremos de interfase

¹ Generalmente, esto sucede cuando el volumen de citoplasma sobrepasa cierto tamaño en relación al volumen del núcleo. Es decir, cuando la célula es demasiado grande.

Cajón de Ciencias

para empezar una mitosis completa.

La mitosis se divide en cuatro fases (cinco, si contamos la división celular final). A medida que leas la explicación, fijate en el esquema de más abajo:

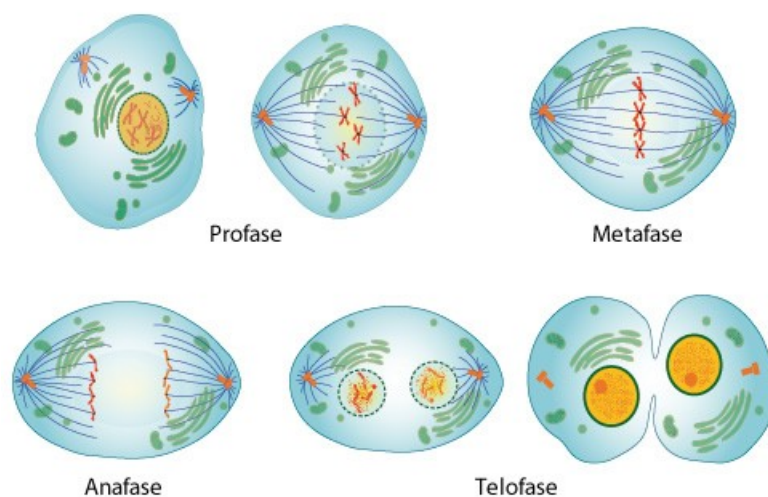
1. Profase: para cuando comienza la profase, el material genético se ha duplicado. El ADN se condensa como *cromosomas*, y cada cromosoma está formado por dos cromátidas gemelas². La membrana del núcleo empieza a deshacerse. Los *centriolos*, esos orgánulos con formas de tubo perpendiculares entre sí, migran hacia polos opuestos de la célula, y empiezan a formar unos filamentos proteínicos llamados *huso acromático*.

2. Metafase: el huso acromático está bien formado, y la membrana del núcleo ha desaparecido por completo. Los cromosomas se colocan en el ecuador de la célula, con las cromátidas gemelas apuntando hacia centriolos opuestos. Se unen al huso acromático en los centriolos.

3. Anafase: En los cromosomas, las dos cromátidas gemelas se separan. Las fibras formadas por cada centriolo se empiezan a acortar, atrayendo a las cromátidas hacia extremos opuestos de la célula.

4. Telofase: Las cromátidas están ya en polos opuestos de la célula, y se empieza a formar una nueva membrana nuclear en cada extremo, dando lugar a un par de núcleos. El huso acromático termina desapareciendo.

5. Citocinesis: algunos autores la incluyen junto con la telofase. Los núcleos ya están formados, las cromátidas se convierten poco a poco en cromatina, y la célula se divide en dos por estrangulación (procariotas y eucariotas animales) o tabicación (eucariotas vegetales). Aunque no se explique dentro de la mitosis, se supone que todos los orgánulos también se han duplicado y repartido durante el proceso.



² Si no te aclaras entre los términos “cromosoma” y “cromátida”, mira el apartado al final de todo este documento.

Cajón de Ciencias

La meiosis en detalle

En la meiosis se dan dos divisiones sucesivas, llamadas, en un alarde de originalidad, primera división meiótica y segunda división meiótica. Ambas tienen cierto parecido con una mitosis normal, por lo que sus fases se denominan Profase I, Metafase I, Anafase I, Telofase I, Profase II, etc. Al igual que con la mitosis, es recomendable que acompañes la lectura de las explicaciones con la visión del esquema.

Primera división meiótica

1. Profase I: como en una profase normal, el material genético de la interfase se ha duplicado y se ha organizado en cromosomas de dos cromátidas gemelas. La membrana del núcleo se empieza a deshacer. Hasta aquí, nada nuevo. Lo que en realidad es distinto es que durante esta fase, los cromosomas homólogos³ se emparejan, uniéndose en puntos llamados quiasmas, e intercambian genes enteros equivalentes como quien intercambia cromosomas. El intercambio de genes se da a lo largo de varias fases llamadas leptoteno, zigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis, pero puedes ignorar este dato si no lo habéis visto en clase. Te basta con saber que durante esta profase “especial”, los cromosomas se recombinan para formar combinaciones nuevas de genes.

2. Metafase I: los centriolos han formado el huso acromático y la membrana del núcleo ha desaparecido. Los cromosomas se colocan en el ecuador, organizados por parejas, y con cada uno de los homólogos apuntando a un extremo opuesto de la célula.

3. Anafase I: los cromosomas se separan hacia los polos de la célula. **NO SE SEPARAN LAS CROMÁTIDAS**, sino que viajan cromosomas enteros.

4. Telofase I: los cromosomas **ENTEROS** llegan a los extremos de la célula, donde se empieza a formar la membrana nuclear. El huso acromático se empieza a deshacer.

5. Citocinesis I e Interfase II: la célula se divide, y luego, con los núcleos bien formados, los cromosomas se desempaquetan y se convierten en cromatina. En este punto, cada célula es $2n$, pero con “trampa”: de cada pareja de homólogos original solo hay un cromosoma, pero éste, en lugar de tener dos cromátidas gemelas idénticas, las tiene distintas por culpa de la recombinación.

6. Profase II: idéntica a la profase de la mitosis.

7. Metafase II: clavadita a la metafase de la mitosis.

8. Anafase II: completamente igual a la anafase de una mitosis normal.

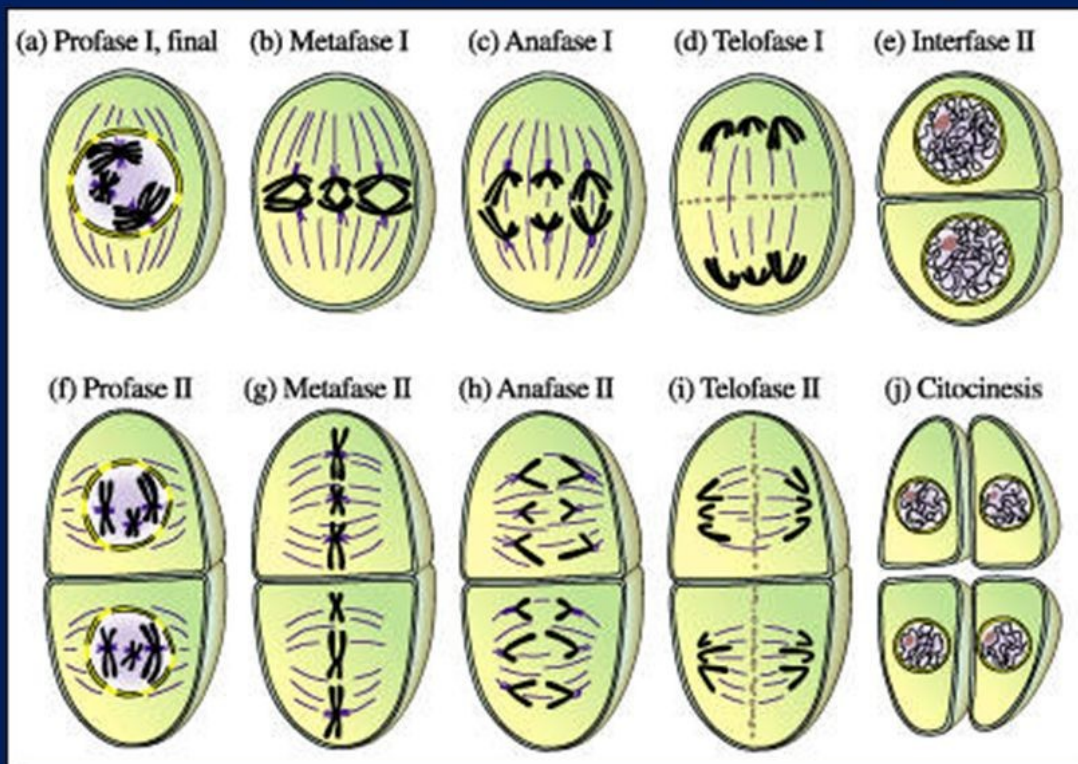
9. Telofase II: adivina.

³ De nuevo, si tienes dudas sobre qué es un cromosoma homólogo, lee el apartado al final de este documento.

Cajón de Ciencias

10. Citocinesis II: al acabar esta fase, tendríamos cuatro células n , que, a diferencia de lo que sucedía en la mitosis, no son idénticas entre sí, porque la recombinación de la profase I hizo que cada cromátida fuese diferente. A partir de este punto tendríamos una espermatogénesis o una ovogénesis, dependiendo del gameto que se vaya a formar, pero ahí ocurren procesos de maduración, no de división ni de andar trasteando con el material genético.

FASES DE LA MEIOSIS



Cajón de Ciencias

Algunas palabras acerca de los cromosomas

El término cromosoma puede ser un poco confuso, sobre todo porque para algunos autores,

esto es un cromosoma:



y esto también:



Este capricho se explica en cierta forma porque las dos mitades de esa “cosa” en forma de X tienen exactamente la misma información genética⁴. Es como si alguien llevara encima dos copias de su DNI. Sin embargo, para evitar hacernos un lío, a cada uno de los brazos de la X lo llamaremos “cromátida”, y cuando estas van solas, las llamamos cromátidas también. Es decir,

esto sería un cromosoma, formado por dos cromátidas idénticas:



Y esto sería una cromátida simple:



Los cromosomas, en un organismo diploide, se organizan en parejas. Los cromosomas de una determinada pareja se dice que son **homólogos**. Llevan los mismos genes y en la misma posición, pero no tienen por qué llevar la misma información genética. Por ejemplo, en la zona

⁴ Salvo cuando ha habido recombinación durante la primera profase de una meiosis.

Cajón de Ciencias

correspondiente al gen “color de pelo”, uno de los homólogos puede tener la información “rubio” y otro de los homólogos “pelirrojo” (o los dos “rubio”). Dicho de otro modo, la **información concreta** puede ser distinta, pero el **tipo de información** es el mismo.

Cuando hay intercambios en la Profase I de una meiosis, los cromosomas homólogos intercambian genes, de tal forma que el cromosoma que antes llevaba “rubio” ahora lleve “pelirrojo” y viceversa. Como los cambios son aleatorios y no son iguales en las dos cromátidas del mismo cromosoma, al acabar la profase I de la meiosis, las cromátidas del mismo cromosoma son diferentes entre sí. Ahí está la clave de esa función que dijimos de la meiosis: proporcionar nuevas combinaciones para la información genética.