

## Tema 7

### UNIDAD DIDÁCTICA VII: El núcleo y la división celular.

#### 1. ÍNDICE:

- 7.1.- EL CICLO CELULAR Y SUS FASES.
- 7.2.- CARACTERÍSTICAS DEL NÚCLEO INTERFÁSICO.
- 7.3.- CARACTERÍSTICAS DEL NÚCLEO EN DIVISIÓN: LOS CROMOSOMAS.
- 7.4.- DIVISIÓN DEL NÚCLEO: MITOSIS.
- 7.5.- DIVISIÓN DEL CITOPLASMA: CITOCINESIS EN CÉLULAS VEGETALES Y ANIMALES.
- 7.6.- LA MEIOSIS Y SU SIGNIFICADO BIOLÓGICO.

#### 2. INTRODUCCIÓN GENERAL A LA UNIDAD Y ORIENTACIONES PARA EL ESTUDIO

-En esta unidad se intentará que los alumnos/as conozcan el ciclo celular distinguiendo las fases más importantes del mismo, e incidiendo especialmente en los aspectos morfológicos y funcionales tanto del núcleo como del resto de la célula durante la fase de división celular. Igualmente se intentará que conozcan las diferencias entre la mitosis y la meiosis tanto morfológicamente como en su significado biológico.

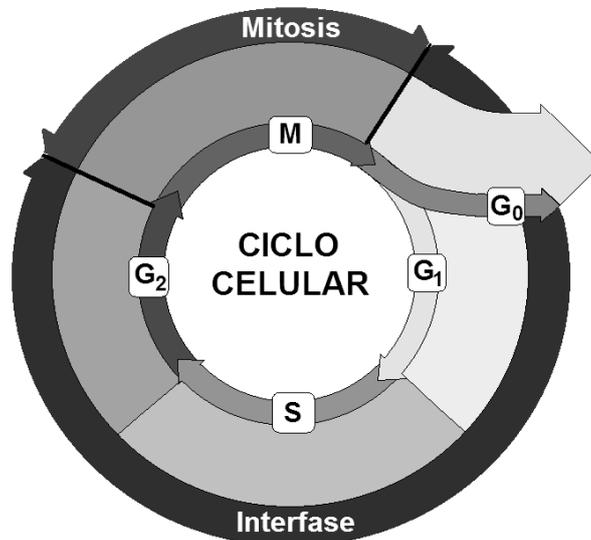
#### 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### 4. DESARROLLO DE LOS CONTENIDOS

##### 7.1.- EL CICLO CELULAR Y SUS FASES.

###### -CARACTERES GENERALES DEL CICLO CELULAR

- a) Abarca una serie de complejos fenómenos que se producen en las células y mediante los cuales el material celular se distribuye a las células hijas.
- b) Es un período de biosíntesis y crecimiento de las células vivas al que sigue una división celular.
- c) Resulta indispensable para la reproducción de las células y para el mantenimiento de las estirpes celulares, ya que, mediante él, las células, además de duplicar su material genético, transmiten copias idénticas a las células hijas.
- d) Consta de dos períodos, **interfase** y **mitosis** que, generalmente, en las células animales, tardan entre ocho horas y cien días en completar un ciclo.
- e) Las células eucariotas, tanto animales como vegetales, presentan distinta capacidad para dividirse. (Por ejemplo, las células musculares y las esqueléticas, las neuronas y las sanguíneas, cuando alcanzan la madurez no se dividen más; sin embargo, las epiteliales se dividen continuamente y de forma rápida).



### - Interfase

- Es un período de gran actividad metabólica, en el cual los genes entran en acción y **se produce la replicación del ADN** y de sus proteínas asociadas. El material genético se halla disperso por el núcleo en forma cromatínica.

- Comprende varias fases:

#### 1) Fase G<sub>0</sub>:

- Representa el punto en el que algunas células detienen su ciclo y puede incluirse al final de la fase G<sub>1</sub>.
- El ciclo se detiene porque las células no están preparadas para la replicación del ADN, ya que no contienen las moléculas necesarias que permiten a la célula continuar su ciclo proliferativo.
- En los casos de células que presentan esta fase o entran en ella, se dice que la célula está en **estado quiescente** o G<sub>0</sub>. Por ejemplo, los glóbulos rojos humanos, pierden su núcleo y ya no pueden continuar el ciclo celular pero sí pueden hacer su función en este estado (quiescente), hasta que se destruyen.

#### 2) Fase G<sub>1</sub>:

- No hay síntesis de ADN, pero sí puede haber reparación del ADN dañado.
- Hay síntesis de los materiales necesarios para el crecimiento celular.
- Presencia del diplosoma o centrosoma (en animales), formado por dos centriolos.
- Es la fase más variable en cuanto a su duración. En células de crecimiento rápido, como el óvulo fecundado y las células embrionarias, esta fase, incluso, puede desaparecer.

#### 3) Fase S:

- Es el único momento en que la célula duplica su material genético (replicación del ADN) y síntesis de histonas. Se inicia la duplicación del diplosoma.
- Por tanto, se forman dos copias idénticas del ADN que existía en G<sub>1</sub>, procedente de la división mitótica (fase M).
- Es una fase bastante constante en su duración.

4) **Fase G<sub>2</sub>:**

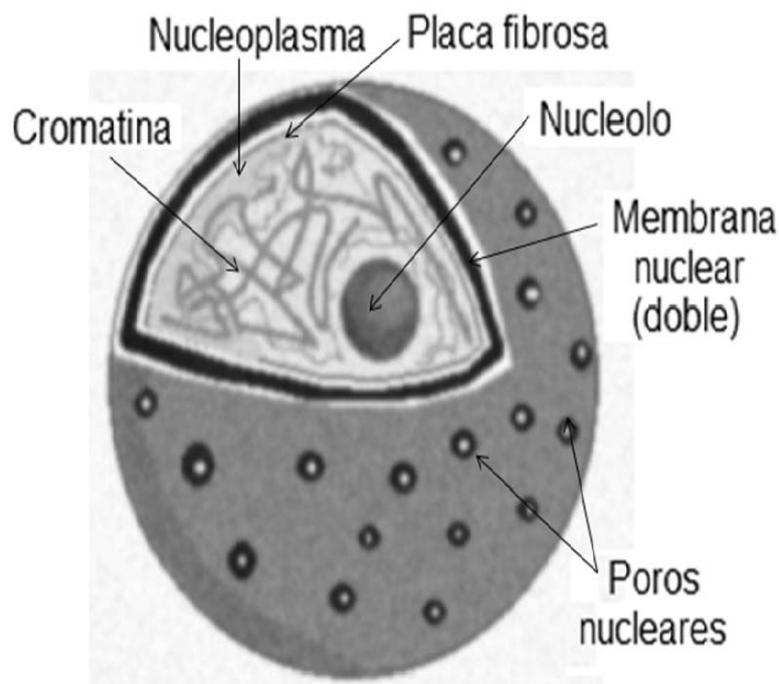
- a) No hay síntesis de ADN, pero sí de los materiales necesarios para el desarrollo celular y de las proteínas necesarias para que se lleve a término la mitosis.
- b) Hay reparación del ADN dañado (recordar que existen dos copias).
- c) A partir de esta fase se producirá de nuevo la mitosis y, por tanto, la separación de una copia de ADN a cada célula hija. Los centríolos duplicados forman dos centrosomas o diplosomas.
- d) También es una fase constante en cuanto a su duración.

**- Fase M ó Mitosis:**

-Es el periodo al final de una interfase y completa el ciclo celular de una célula. La **célula madre** se duplica en la mitosis dando lugar a **dos células hijas** iguales a ella. Cada una de esas células hijas iniciará un nuevo ciclo celular. Suele durar aproximadamente 1 hora en células en cultivo, en ella se produce la **división del material nuclear (cariocinesis)** y la del **material citoplásmico (citocinesis)**. Esta fase se explicará detenidamente más adelante.

**7.2.- CARACTERÍSTICAS DEL NÚCLEO INTERFÁSICO.**

- Corresponde al estado del núcleo en la fase del ciclo celular en la que no hay división (es cuando se hace patente).
- Es un corpúsculo que presentan todas las células eucariotas (a excepción de los eritrocitos de mamíferos que lo pierden en el proceso de diferenciación).
- Está delimitado por una doble envuelta, la **envoltura nuclear**, que lleva por debajo una red de filamentos de proteína que se denominan **lámina o placa fibrosa o corteza nuclear**. En el interior, se localiza la matriz nuclear o **nucleoplasma** donde se encuentra el **nucleolo** y la **cromatina** (material genético).



**7.2.1.- Envoltura nuclear:**

- Es una doble membrana con **poros nucleares** (40-100 nanómetros de diámetro).
- La membrana externa tiene ribosomas adheridos en su superficie y puede tener continuidad con las cisternas del RE, ya sea REL o RER.
- La membrana interna presenta asociada en su cara interna una **lámina o placa fibrosa o corteza nuclear** formada por tres láminas de polipéptidos.
- Existe una selectividad en el transporte de sustancias entre el citoplasma y el núcleo, al igual que ocurre en la membrana plasmática.

**7.2.2.- Matriz nuclear ó nucleoplasma.**

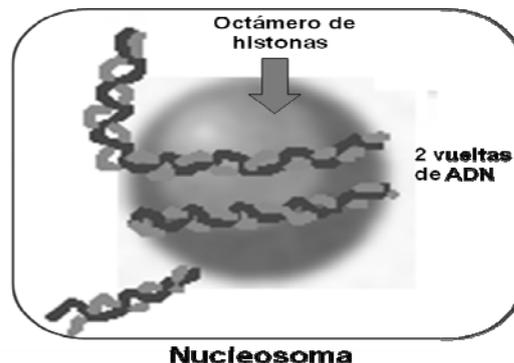
- El nucleoplasma es un semifluido en el que se encuentra un entramado de fibras proteicas y ribonucleoproteicas, además del nucleolo.

**a.-Cromatina:**

- El material más importante lo constituye la **cromatina**, que es un complejo de ribonucleoproteínas con aspecto fibrilar que representa el genoma (material genético) de las células eucariotas.
- En función del grado de condensación se distinguen:
  - 1) Eucromatina: corresponde al conjunto de zonas donde la cromatina está poco condensada. Generalmente, estas zonas son activas y transcriben su información genética.
  - 2) Heterocromatina: es la parte de la cromatina que presenta un mayor grado de empaquetamiento. El ADN que contiene no siempre se transcribe y puede permanecer funcionalmente inactivo.
- La cromatina está compuesta por ADN y proteínas de dos tipos:
  - 1) Histonas: de carácter básico y bajo peso molecular. Se encuentran en la misma proporción en peso que el ADN.
  - 2) No histonas: grupo muy heterogéneo y numeroso que, en su mayor parte, son enzimas que intervienen en la transcripción y replicación del ADN.

**Plegamiento y condensación de de la cromatina**

- Desde el punto de vista estructural, la cromatina está formada por unas unidades repetitivas llamadas **nucleosomas**.
- Cada nucleosoma está compuesto por un octámero de histonas (8 histonas), alrededor del cual se enrolla la cadena de ADN (dando 2 vueltas de ADN).



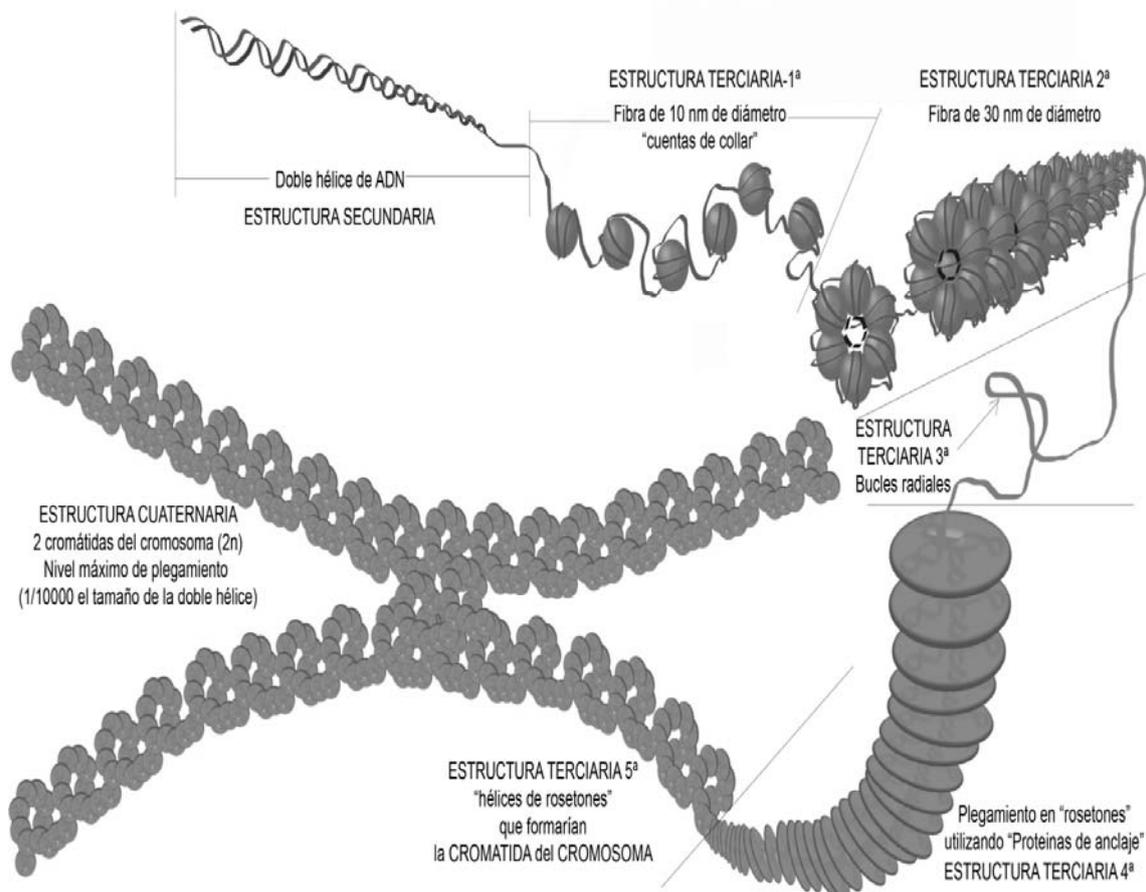
- Los nucleosomas están unidos entre sí por fragmentos de ADN, constituyendo el llamado **filamento fino (collar de cuentas) o fibra de 10 nanómetros de grosor**.
- A su vez, el filamento fino super-enrolla sobre sí mismo en forma de hélice (aproximadamente 6 nucleosomas por vuelta), compactándose más con ayuda

de más histonas (Histona H1), y dando lugar al **filamento grueso ó fibra de 30 nanómetros o solenoide**.

- El **filamento grueso** puede seguir super-enrollándose sobre sí misma formando **bucles radiales**. En este estado de compactación es en el que podríamos encontrar la mayor parte de la eucromatina (activa transcripcionalmente).

- Los bucles radiales pueden seguir plegándose aumentando su empaquetamiento con ayuda de ciertas **proteínas de anclaje**, dando lugar a **“rosetones”**, en este estado hallaríamos gran parte de la heterocromatina (no activa transcripcionalmente).

-Finalmente, y solamente durante la **mitosis**, los rosetones podrían plegarse aún más formando **“hélices o espirales de rosetones”**, llegando al máximo grado de compactación posible para la cromatina: las **cromátidas del cromosoma metafásico**.



### **b.-Nucleolo:**

- Es una estructura nuclear de gran tamaño y casi esférica, bien diferenciada del resto de componentes del núcleo interfásico y que carece de membrana.

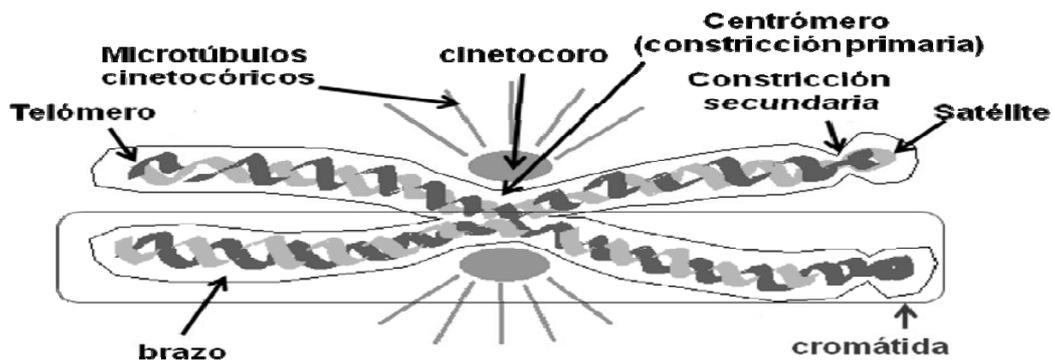
- Posee gran cantidad de ARN y proteínas.

- Actúa como **“organizador nucleolar”** y su función es la **síntesis de ARNr** y el **ensamblaje de las subunidades de los ribosomas**.

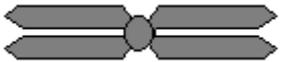
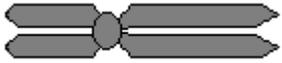
- Desaparece durante la mitosis debido al empaquetamiento del ADN, constituyendo las constricciones secundarias de los cromosomas (las que dan lugar a los satélites).

## 7.3.- CARACTERÍSTICAS DEL NÚCLEO EN DIVISIÓN: LOS CROMOSOMAS.

- Los cromosomas corresponden al máximo grado de empaquetamiento o condensación de la cromatina en el momento de la división (mitosis). De esta manera se facilita el reparto equitativo del material genético entre las células hijas.
- Los cromosomas pueden verse como unidades individuales en la metafase y anafase de la mitosis. En la metafase, cada cromosoma está formado por dos **cromátidas**, estructuras simétricas que contienen una molécula de ADN y que se mantienen unidas mediante una constricción primaria llamada **centrómero**.
- Sobre el centrómero (a nivel de la constricción primaria), se sitúan unas estructura semiesféricas (una a cada lado), denominadas **cinetócoros**, (o quinetocoros), que serán el lugar donde se fijaran los microtúbulos del huso mitótico.
- El **telómero** corresponde al extremo de cada brazo del cromosoma, y representa la parte final de la molécula de ADN que impide que los cromosomas se adhieran entre sí, asegurando su estabilidad.
- El **satélite** es una zona del cromosoma que se une por una constricción secundaria y en la que están los genes que codifican el ARN ribosómico (ARNr). Es a nivel de esta constricción secundaria donde se localizaría el "**organizador nucleolar**", es decir, lo que durante la interfase formara el nucleolo.



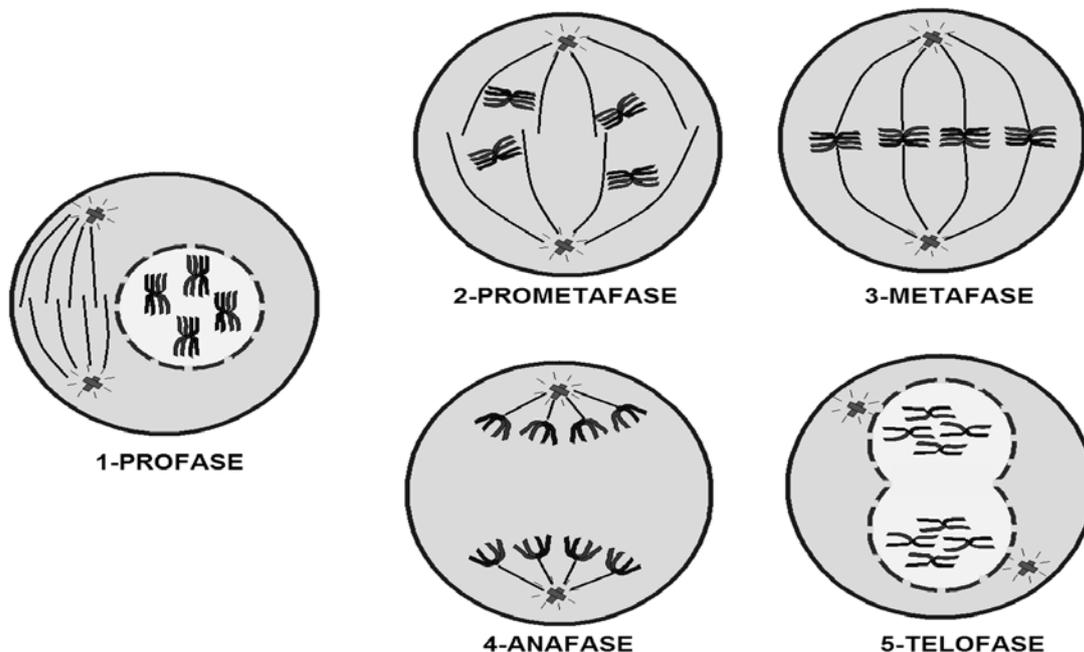
- Según cuál sea la posición del centrómero se diferencian unos u otros tipos de cromosomas. Los más característicos son:

	<p>1) <b>Metacéntricos:</b> el centrómero está en el centro del cromosoma y lo divide en dos brazos iguales.</p>
	<p>2) <b>Submetacéntricos:</b> el centrómero está un tanto desplazado del centro y los brazos son desiguales.</p>
	<p>3) <b>Acrocéntricos:</b> el centrómero está en posición casi extrema y los brazos son muy desiguales.</p>
	<p>4) <b>Telocéntricos:</b> el centrómero se localiza en el extremo y el cromosoma aparece como con un solo brazo.</p>

## 7.4.- DIVISIÓN DEL NÚCLEO: MITOSIS.

**-Características generales de la mitosis:**

- a) Es el proceso por el cual las células eucariotas distribuyen equitativamente entre las células hijas los cromosomas (división del núcleo o **cariocinesis**) y los orgánulos citoplasmáticos (división del citoplasma o **citocinesis**).
  - b) Asegura que cualquier célula con su genoma, alterado o no, se transmita y perpetúe en una población celular.
  - c) Por tanto, a partir de una célula madre se originan dos células hijas idénticas (con la misma información genética).
- Comienza con la condensación de la cromatina interfásica, constituyendo los cromosomas, (que se hacen visibles poco a poco).  
En el proceso se diferencian las siguientes **fases**:

1) **Profase**

- Los cromosomas se visualizan como filamentos muy finos en los cuales se aprecian las dos cromátidas (hermanas) que los constituyen, unidas por el centrómero.
- El nucleolo desaparece.
- Se inicia la formación del **huso mitótico** que está formado por los **centriolos o centrosomas** (en células animales), que se van distanciando, y los microtúbulos o **fibras de tubulina** que irradian de ellos; algunas de estas fibras se unen a los centrómeros de los cromosomas (**fibras cinetocóricas**). En células vegetales existe un **organizador de microtúbulos** que actúa como un centrosoma (pero no lo es, pues en vegetales no hay centrosoma), formando también un huso mitótico.

2) **Prometáfase**

- La membrana nuclear desaparece completamente.
- Los centriolos han emigrado a extremos opuestos de la célula y el huso está completamente constituido.

3) **Metafase**

- Todos los cromosomas se sitúan en el plano ecuatorial de la célula, debido a la tensión ejercida por las fibras cinetocóricas.

4) **Anafase**

- Se inicia cuando los cromosomas separan o escinden sus cromátidas. Ello se debe a que las fibras tiran de los cinetócoros y los arrastran hacia polos opuestos a la misma velocidad.

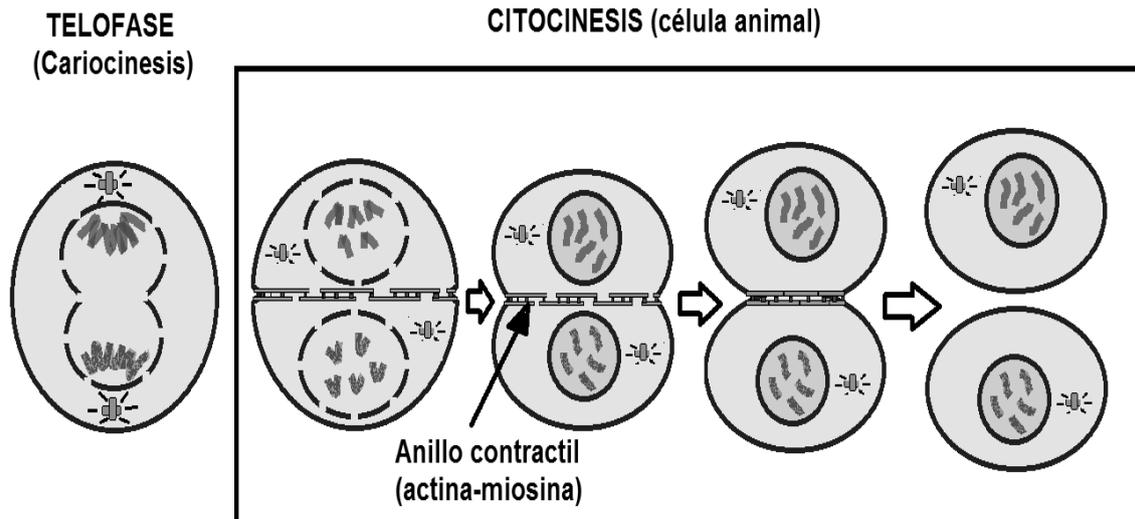
5) **Telofase**

- Los cromosomas, se hallan situados en extremos opuestos y desaparecen las fibras cinetocóricas.
- Los cromosomas, poco a poco, dejan de visualizarse (se descondensan) y comienzan a reaparecer el nucleolo y la membrana nuclear.
- Con la separación de los dos núcleos (**cariocinesis**), termina la telofase, pasándose luego a la separación de citoplasmas o **citocinesis**

### 7.5.- DIVISIÓN DEL CITOPLASMA: CITOCINESIS EN CÉLULAS VEGETALES Y ANIMALES.

- La citocinesis es la división del citoplasma, y se inicia cuando ha terminado la división nuclear. Es distinta según suceda en animales o en vegetales:

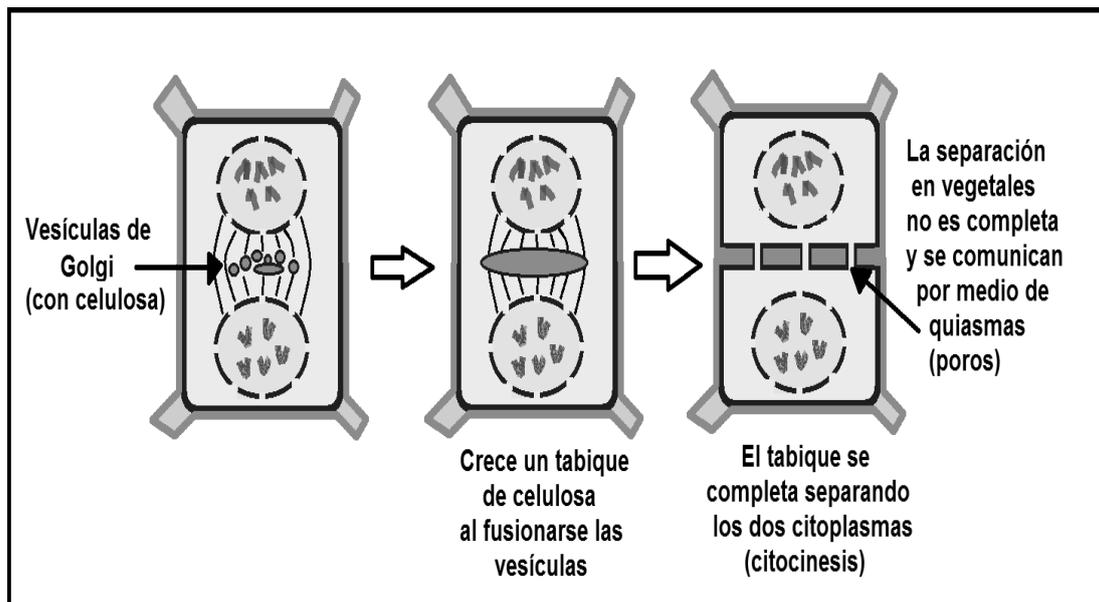
- **En células animales** el citoplasma se divide por "segmentación", formándose un surco en la membrana plasmática a nivel del ecuador entre las dos futuras células hijas (perpendicular al huso mitótico). Justo por debajo de dicho surco se forma un anillo contráctil (de fibras de Actina y Miosina), que se contrae estrangulando el citoplasma y separando las dos células hijas.



Se ha comprobado que en células anucleadas (que han perdido su núcleo), se produce igualmente la citocinesis, lo cual significa que el citoplasma tiene capacidad para desencadenar en el momento oportuno la división de la célula.

- **En células vegetales** un grupo de vesículas del aparato de Golgi llenas de celulosa comienza a fusionarse a nivel del ecuador entre las dos futuras células hijas. Se forma una pared celular (un tabique de separación) en el centro separando los dos citoplasmas (citocinesis). El tabique presenta algunos canales o poros abiertos denominados plasmodesmos, que siguen comunicando los citoplasmas de las dos células hijas (la separación no es completa). El material para ese tabique surge del contenido de las vesículas del aparato de Golgi.

## CITOCINESIS EN CÉLULAS VETALES



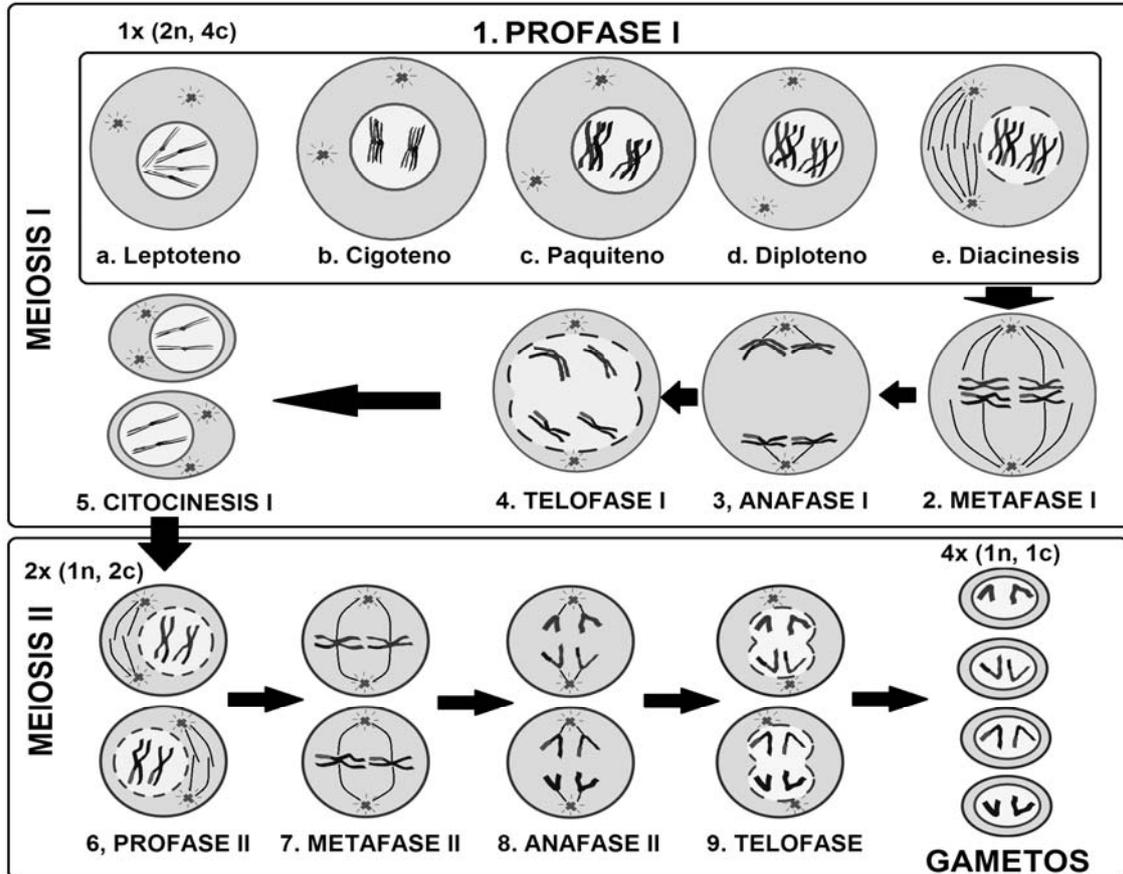
## 7.6.- LA MEIOSIS Y SU SIGNIFICADO BIOLÓGICO.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Sólo afecta a las células germinales (nunca a las somáticas), a partir de las cuales se forman los **gametos**.
- Los gametos son células haploides ( $n$ ) originadas a partir de células diploides ( $2n$ ).
- El proceso implica un mecanismo de **reducción cromosómica** que se hace necesario a fin de mantener constante el número de cromosomas de la estirpe celular. Esta es la **función primaria y esencial** de la meiosis.
- En la meiosis se suceden dos divisiones del núcleo con una sola división (escisión) de los cromosomas:

- División reduccional** (mitosis heterotípica), en la que tiene lugar la reducción del número de cromosomas a la mitad (de  $2n,4c$  a  $1n,2c$ ). Comúnmente llamada **meiosis I**.
- División ecuacional** (mitosis homeotípica), que es similar a una mitosis normal. Aquí se reduce solo el número de cromátidas (de  $1n,2c$  a  $1n,1c$ ). Comúnmente llamada **meiosis II**.

-Estas dos divisiones suponen la formación de cuatro células haploides a partir de una diploide.



### 7.6.1.- Primera división meiótica:

-Consta de varias fases, de las cuales la primera es la más compleja y, por ello, se suele subdividir en ciertas etapas.

#### 1) Profase I

Se divide en varios estadios:

##### a) **Leptoteno**

-Los cromosomas ofrecen un aspecto filamentosos y están constituidos por dos cromátidas, disponiéndose al azar en el núcleo celular.

-Se inicia la condensación o espiralización de los cromosomas.

##### b) **Cigoteno**

-La espiralización de los cromosomas se acelera y los homólogos empiezan a aparearse constituyendo los llamados **bivalentes**.

##### c) **Paquiteno**

-Se produce el **sobrecruzamiento** (*crossing-over*): intercambio de material genético entre segmentos de cromosomas homólogos.

##### d) **Diploteno**

-Se hacen patentes los **quiasmas** (puntos de sobrecruzamiento).

##### e) **Diacinesis**

-La condensación de los cromosomas alcanza el máximo, y desaparecen el nucleolo y la membrana nuclear. El huso mitótico comienza a apreciarse.



2) **Prometafase I**

- Los bivalentes se aproximan a la placa ecuatorial, de forma aleatoria.

3) **Metafase I**

- Los bivalentes se sitúan al azar en la placa ecuatorial.
- Esta disposición va a predeterminar qué clase de gametos (por la información genética que portan) resultarán al final del proceso.

4) **Anafase I**

- Comienza la separación de los bivalentes, de tal modo que uno de los cromosomas homólogos emigra a un extremo celular y el otro al opuesto (cada cromosoma sigue teniendo dos cromátidas).
- Es decir, en condiciones normales, nunca una pareja de homólogos (un bivalente) se dirige al mismo extremo celular.

5) **Telofase I**

- Concluye la emigración de los cromosomas y comienzan a desespiralizarse.
- Reaparecen el nucleolo y la membrana nuclear.
- Se inicia la cariocinesis (separación de los dos núcleos).

6) **Citocinesis**

- Se fragmenta el citoplasma, formándose dos células hijas con la mitad de cromosomas (n) que tenía la célula madre (2n).
- Entre esta primera división meiótica y la segunda no hay duplicación de ADN.

**7.6.2.- Segunda división meiotica:**

- Tras la citocinesis de la 1ª división, las dos células obtenidas atraviesan una **interfase** de duración variable o inexistente.
- Después comienza una fase de división celular similar a una mitosis, en la cual se produce la **escisión de las cromátidas** (anafase II) y se distribuyen al azar (lo que determina finalmente el tipo de gametos resultantes).
- **Al final de esta 2ª división, se obtienen cuatro células** (dos de cada una de las obtenidas en la primera división), que contienen cromosomas constituidos por una sola cromátida (1n,1c).

-La **consecuencia genética más importante de la meiosis**, es la **variabilidad genética** a que da lugar como resultado de la recombinación génica que se produce tras el sobrecruzamiento.



## 5. RESUMEN

### 7.1.- EL CICLO CELULAR Y SUS FASES.

#### - Interfase

- 1) Fase G<sub>0</sub>:
- 2) Fase G<sub>1</sub>:
- 3) Fase S:
- 4) Fase G<sub>2</sub>:

#### - Fase M ó Mitosis:

### 7.2.- CARACTERÍSTICAS DEL NÚCLEO INTERFÁSICO.

#### 7.2.1.- *Envoltura nuclear:*

#### 7.2.2.- *Matriz nuclear ó nucleoplasma.*

#### a.- Cromatina:

#### b.- Nucleolo:

### 7.3.- CARACTERÍSTICAS DEL NÚCLEO EN DIVISIÓN: LOS CROMOSOMAS.

### 7.4.- DIVISIÓN DEL NÚCLEO: MITOSIS.

- 1) Profase
- 2) Prometafase
- 3) Metafase
- 4) Anafase
- 5) Telofase

### 7.5.- DIVISIÓN DEL CITOPLASMA: CITOCINESIS EN CÉLULAS VEGETALES Y ANIMALES.

### 7.6.- LA MEIOSIS Y SU SIGNIFICADO BIOLÓGICO.

#### 7.6.1.- *Primera división meiotica:*

- 1) Profase I
- 2) Prometafase I
- 3) Metafase I
- 4) Anafase I
- 5) Telofase I
- 6) Citocinesis

#### 7.6.2.- *Segunda división meiotica:*

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- |  |                           |                               |
|--|---------------------------|-------------------------------|
| Biología / 2º Bachillerato<br>ISBN: 978-84-675-3471-9  | Editorial:<br>SM          | J. Alcami (y otros)           |
| BIOLOGÍA: Ed. Bruño (2009). ISBN:<br>978-84-216-6443-8 | Editorial:<br>Bruño, S,L. | Panadero Cuartero (y otros)   |
| Biología 2º Bto.<br>ISBN: 978-84-982-6473-9            | Editorial:<br>ECIR        | Varios Autores                |
| Biología<br>ISBN: 978-84-977-1545-4                    | Editorial:<br>EDITEX      | Juan Manuel Velasco (y otros) |



# BIOLOGIA

*CURSO PAU25*

Biología / 2º Bachillerato  
Método @pruebas  
ISBN: 978-84-481-6708-0

Editorial: Fernandez (y otros autores)  
McGraw-  
Hill

- Cualquiera de los libros recomendados actualmente en los institutos para la asignatura de Biología de 2º de Bachiller.

## 7. ACTIVIDADES

- Explicaciones de aula.
- Discusiones y debates.
- Planteamiento de trabajos en la biblioteca, buscando información (en libros, revistas, periódicos...) sobre los diversos temas.
- Consultar ciertas webs especializadas de Biología.
- Ayuda mediante el correo electrónico.

## 8. GLOSARIO

## 9. EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN

· Durante el desarrollo de la clase el profesor interrogará frecuentemente a los alumnos con la finalidad de evaluar los conocimientos adquiridos y su propia labor con la finalidad de detectar los errores en el aprendizaje y en la enseñanza.

## 10. SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN