

TEMA 7: LA ORGANIZACIÓN CELULAR

1. Teoría celular

Los estudios sobre la célula comenzaron a mediados del siglo XVII y vienen ligados a la mejora en la calidad de los microscopios.

Los primeros conocimientos sobre la célula se remontan a año 1665, gracias a Robert Hooke, que al analizar un trozo de corcho con un sencillo microscopio construido por él mismo, descubrió que estaba formado por una especie de celdillas parecidas a las de un panal de abejas, a las que denominó **células**.

Un contemporáneo de Hooke, Anthony van Leeuwenhoek, construyó microscopios simples de hasta 200 aumentos, y descubrió múltiples microorganismos al estudiar el agua de las charcas y de los fluidos de los animales, a los que llamó animáculos.

Pero hasta que no se dispuso de buenos microscopios, a principios del siglo XIX, no se realizaron nuevos descubrimientos. Así, en 1831, Robert Brown descubrió un corpúsculo al que denominó núcleo y poco después Purkinje descubrió el medio interno viscoso al que denominó protoplasma. El protoplasma que rodea el núcleo pasó a llamarse citoplasma.

Pero la teoría celular no se desarrolló hasta 1939. Su desarrollo se atribuye al botánico Schleiden y al zoólogo Schwann, que enunciaron que todas las células son morfológicamente iguales y que todos los seres vivos están constituidos por células. Años más tarde, en 1855, Virchow amplió la teoría celular al postular que sólo pueden aparecer nuevas células a partir de otras ya existentes. Brücke la completó al decir que la célula es el ser vivo más pequeño y sencillo que existe portador de todos los elementos necesarios para permanecer con vida.

Así, la **Teoría celular** queda definida por los siguientes principios:

- **La célula es el ser vivo más pequeño y sencillo que existe.**
- **La célula es la unidad morfológica de todos los seres vivos:** Todos los seres vivos están constituidos por una o más células.
- **La célula es la unidad fisiológica de los organismos:** Es capaz de realizar todos los procesos metabólicos necesarios para permanecer con vida.
- **La célula es la unidad genética autónoma de los seres vivos:** Contiene toda la información sobre la síntesis de su estructura y el control de su funcionamiento, y es capaz de transmitirla.
- **Toda célula proviene, por división, de otra célula** (ya existente).

Esto condujo a la primera definición de célula: Unidad anatómica y fisiológica de todos los seres vivos. Esto es válido excepto para los virus.

A pesar de haber sido aceptada la teoría celular, los científicos seguían considerando al tejido nervioso como una excepción, ya que mostraba una estructura reticular, donde no era posible diferenciar unidades celulares. Fue el histólogo Santiago Ramón y Cajal el que hizo posible la generalización de la teoría celular al demostrar la individualidad de la neurona en su teoría neuronal (1889). Gracias a estos estudios recibió el premio Nóbel de Fisiología y Medicina en 1906.

2. Forma y tamaño de las células

Por su **tamaño**, las células son muy variadas, desde milésimas de milímetro hasta algunas visibles a simple vista, como los huevos de las aves. Pero por regla general tienen tamaños microscópicos, diámetros comprendidos entre 0.5 y 20 μm .

La **forma** de las células está relacionada con la función que desempeñan. Así las células que flotan en un líquido (eritrocitos) tienen forma aproximadamente esférica, las neuronas, para transmitir el impulso nervioso tienen largas prolongaciones finas,...

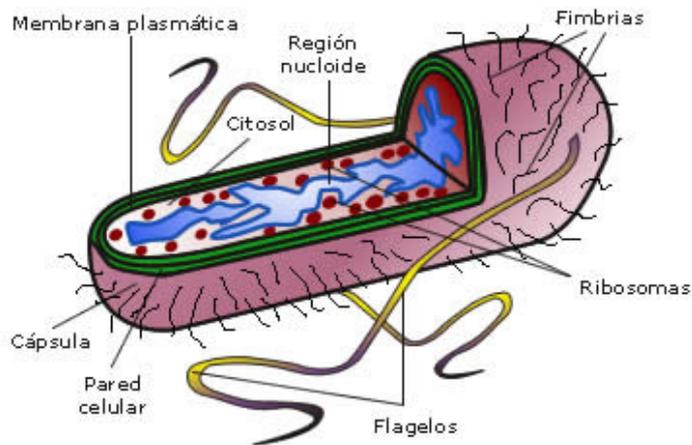
3. Modelos de organización celular

Todas las células constan de:

- **Membrana plasmática** constituida básicamente por lípidos formando una bicapa lipídica en la que hay englobadas o adheridas a su superficie proteínas.
- **Citoplasma**, que abarca el medio interno líquido o citosol con una serie de orgánulos.
- **Material genético**, constituido por una o varias moléculas de ADN.

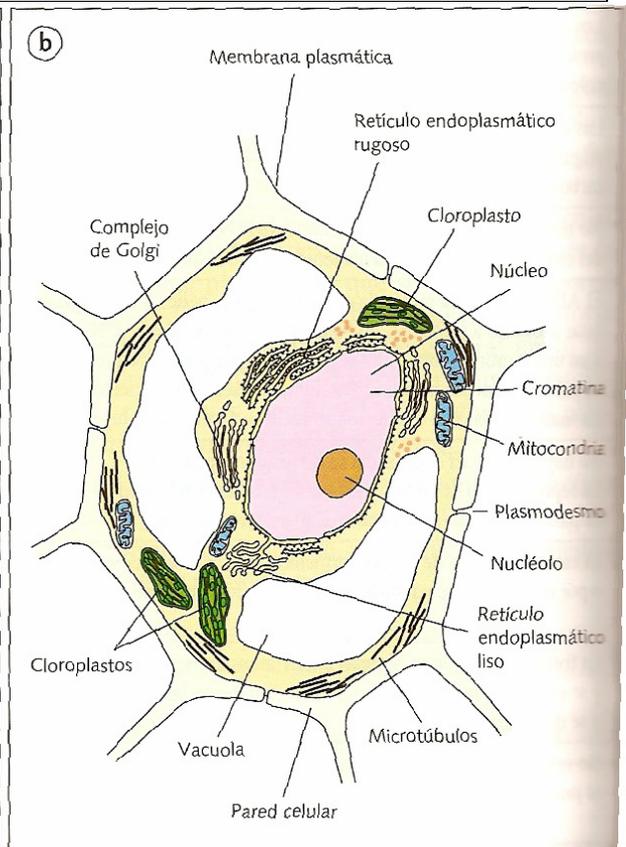
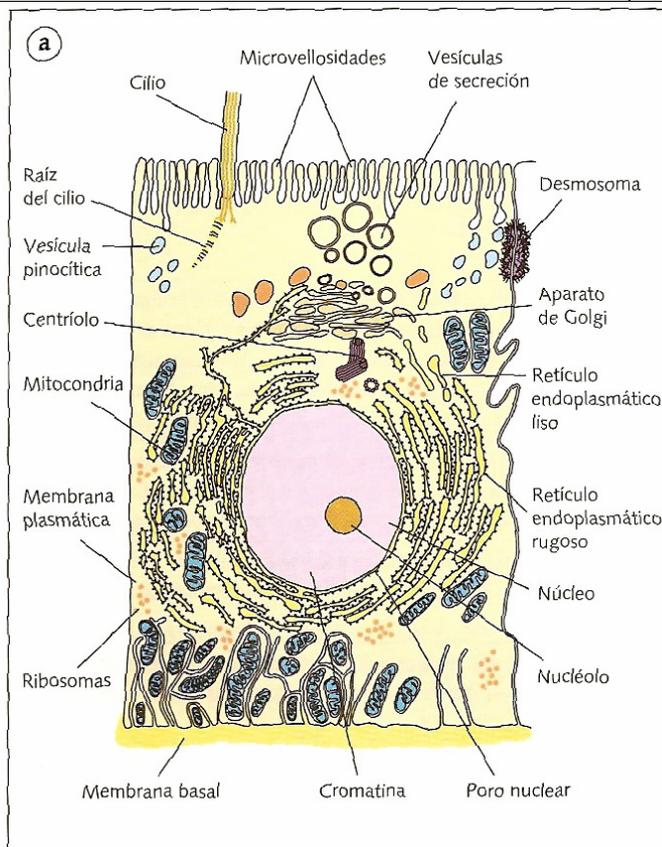
En los seres vivos existen dos tipos de organización celular claramente diferenciados: Organización procariota (células procariotas o procarióticas) y organización eucariota (células eucariotas o eucarióticas)

| ORGANIZACIÓN PROCARIOTA | ORGANIZACIÓN EUCARIOTA |
|--|--|
| Típica de las células más sencillas y primitivas | Típica de células más complejas |
| Carecen de auténtico núcleo, por lo que el ADN, que es una sola molécula circular, se encuentra disperso en el citoplasma en una región llamada nucleoide. Puede presentar pequeñas moléculas de ADN circular denominadas plasmidios | Poseen núcleo, el material genético en forma de cromosomas (varios) o cromatina se encuentra separado del citoplasma por la membrana nuclear |
| No existe compartimentación en el citoplasma por lo que carecen de orgánulos celulares, excepto ribosomas | Citoplasma compartimentado mediante membranas (numerosos orgánulos con sistemas de membranas) |
| Ribosomas 70 S | Ribosomas 80 S |
| División simple por fragmentación | División por mitosis o meiosis |
| La mayoría son células de pequeño tamaño (1-10 μm) | Son de mayor tamaño (10-100 μm) |
| La membrana no posee colesterol | La membrana plasmática posee colesterol |
| Enzimas respiratorios localizados en los mesosomas de la membrana plasmática | Enzimas respiratorios localizados en las mitocondrias |
| Cuando presentan flagelos, estos están formados por la proteína flagelina | Cuando presenta flagelos o cilios, estos están formados por microtúbulos proteicos de tubulina. |
| Arqueobacterias, eubacterias, cianofíceas | Animales, vegetales, hongos, algas, protozoos |



Las células eucariotas se clasifican a su vez en animales y vegetales:

| CÉLULA ANIMAL | CÉLULA VEGETAL |
|---|--|
| Carece de pared celular | Posee pared celular |
| Carece de cloroplastos | Posee cloroplastos |
| Carece de gránulos de reserva de almidón | Posee gránulos de reserva de almidón |
| El aparato de golgi es grande | El aparato de golgi es pequeño |
| Posee varias vacuolas pequeñas | Posee una o pocas vacuolas grandes, que constituyen el vacuoma |
| El núcleo suele estar en posición central | El núcleo suele estar en posición lateral |
| Posee centriolos | Carece de centriolos |
| Posee cilios | Carece de cilios |
| Tiene muchos lisosomas | Tiene pocos lisosomas |
| Muchas poseen matriz extracelular | Carece de matriz extracelular |



4. Relación estructura-función

Como seres vivos, las células han de realizar las funciones de los seres vivos. Las funciones están estrechamente relacionadas con su estructura.

4.1. Función de nutrición

Según la forma en que las células obtienen energía, se clasifican en:

- a) **Autótrofas fotosintéticas:** Utilizan la energía lumínica para sintetizar moléculas orgánicas a partir de materia inorgánica. Es típico de las células vegetales y de algunas procariontes como las cianobacterias.
- b) **Autótrofas quimiosintéticas** (quimiolitotrofas): Utilizan la energía procedente de la oxidación de moléculas inorgánicas para sintetizar compuestos orgánicos.
- c) **Heterótrofas:** Obtienen la energía que necesitan de la oxidación de moléculas orgánicas por medio del metabolismo oxidativo (fermentación y respiración).

4.2. Función de relación

Las células están en relación constante con su medioambiente. La membrana plasmática capta estímulos del medio para que la célula elabore las respuestas más adecuadas. En la membrana están las moléculas encargadas de la recepción de mensajeros químicos, como son los neurotransmisores y las hormonas.

4.3. Función de reproducción

La vida se autopropaga gracias a la división celular. En las células eucariotas la reproducción se realiza por ***mitosis*** y ***meiosis***.

5. Métodos de estudio de las células

Las células se estudian mediante los microscopios y, básicamente, se conocen dos tipos de microscopía, la microscopía óptica y la microscopía electrónica. Los microscopios son instrumentos que nos permiten observar imágenes aumentadas de objetos muy pequeños, como las células.

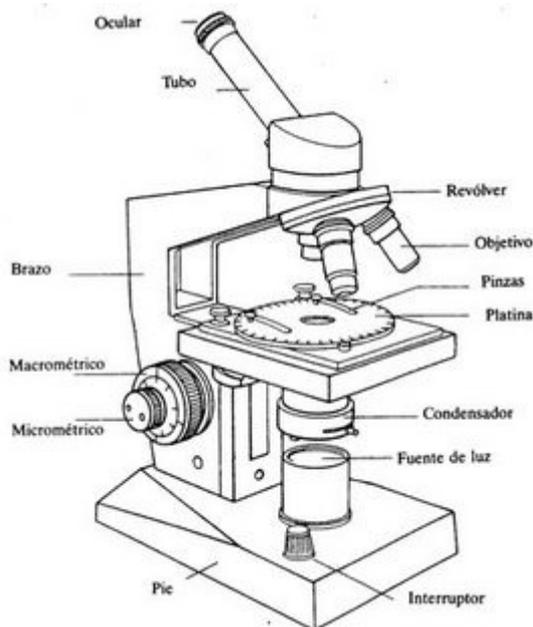
5.1. Microscopía óptica

El microscopio óptico está constituido por dos lentes de aumento denominadas ocular y objetivo, que utiliza los fotones de la luz visible para realizar observaciones. Los rayos luminosos, que proceden de una fuente de luz, inciden sobre la preparación, y la atraviesan hasta llegar a la lente frontal del objetivo del microscopio.

El microscopio óptico se compone de las siguientes partes:

- **Fuente de iluminación:** Una lámpara eléctrica colocada al pie del microscopio que permite la iluminación de la muestra.
- **Elementos mecánicos:** Conjunto de piezas para sostener la parte óptica y la muestras a observar:
 - **Pie o soporte:** sirve como base al microscopio y en él se encuentra la fuente de iluminación.
 - **Platina:** superficie sobre la que se colocan las preparaciones. En el centro se encuentra un orificio que permite el paso de la luz. Sobre la platina hay un sistema

de pinza o similar, para sujetar el portaobjetos con la preparación, y unas escalas que ayudan a conocer qué parte de la muestra se está observando. La platina presenta 2 tornillos, generalmente situados en la parte inferior de la misma, que permiten desplazar la preparación sobre la platina, en sentido longitudinal y transversal respectivamente.



- **Tubo:** cilindro hueco que forma el cuerpo del microscopio. Constituye el soporte de oculares y objetivos.
- **Revólver portaobjetivos:** estructura giratoria que contiene los objetivos.
- **Brazo o asa:** une el tubo a la platina. Lugar por el que se debe tomar el microscopio para trasladarlo de lugar.
- **Tornillo macrométrico:** Sirve para obtener un primer enfoque de la muestra al utilizarse el objetivo de menor aumento. Desplaza la platina verticalmente de forma perceptible.
- **Tornillo micrométrico:** Sirve para un enfoque preciso de la muestra, una vez que se ha realizado el enfoque con el macrométrico. También desplaza verticalmente la platina, pero de forma prácticamente imperceptible.

- **Elementos ópticos:** Son tres sistemas de lentes: Condensador, objetivo y ocular:
 - **Condensador:** concentra los rayos de luz sobre la muestra, obteniéndose así una mayor iluminación. Suele llevar un **diafragma** para regular la cantidad de luz y adecuarla a las necesidades de la observación.
 - **Objetivo:** recoge los rayos de luz que atraviesan la muestra, y produce una imagen aumentada de la misma. Los microscopios suelen tener varios objetivos, de distintos aumentos, fijados a una pieza giratoria o **revólver**.
 - **Ocular:** amplifica la imagen producida por el objetivo, y la enfoca sobre el ojo humano. (Permite acceder visualmente a la muestra, aumentando la imagen de la misma).

Calidad de los microscopios ópticos

La **amplificación total** es el producto de los aumentos debidos al objetivo por los del ocular. Así por ejemplo, si estamos utilizando un objetivo de 10 aumentos (10X) y un ocular de 4 aumentos (4X), la imagen observada es 40 veces mayor que la realidad.

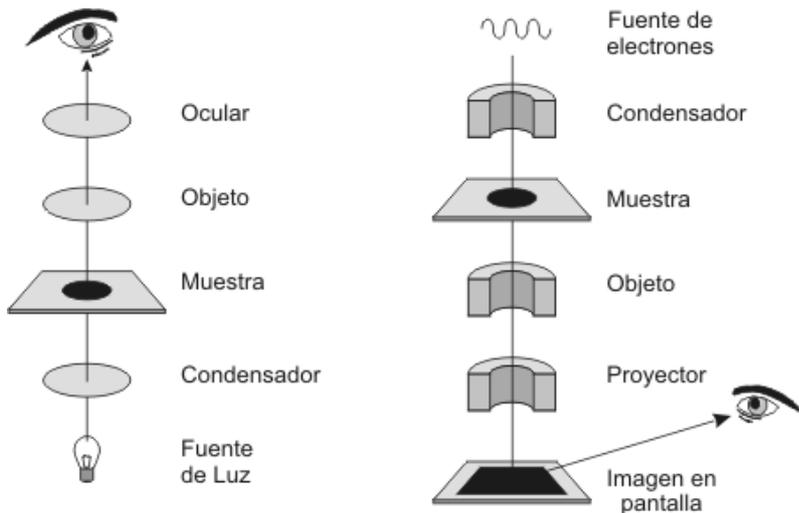
Pero la calidad de un microscopio no sólo viene determinada por el número de aumentos, sino también por su **poder de resolución** o distancia mínima para que dos puntos próximos se vean como puntos diferentes, que depende fundamentalmente de la longitud de onda utilizada: Cuanto menos sea ésta, mejor es la resolución, es decir el poder de resolución será menor. El poder de resolución del microscopio óptico es de 0.2 micrómetros.

El poder de resolución también se define como la capacidad para distinguir dos puntos muy próximos.

Existen otras modalidades de microscopía óptica, como son:

- Microscopios de luz ultravioleta (mayor poder de resolución, 0.01 micrómetros)
- Microscopios de rayos X (mucho mayor poder de resolución)
- Microscopios de contraste de fases

5.2. Microscopía electrónica



El microscopio electrónico utiliza como fuente de “iluminación” un haz de electrones en vez de rayos de luz. Se consigue una resolución normal para los objetos biológicos de 2 nanómetros, o sea, unas 100 veces mayor que la resolución del microscopio óptico. Las lentes no son de vidrio si no bobinas cilíndricas que generan un campo magnético que condensa el haz de electrones que pasa por su eje central.

Hay varios tipos de microscopios electrónicos:

- **Microscopio electrónico de transmisión (MET):** Los electrones atraviesan la muestra y va a parar a una pantalla.
- **Microscopio electrónico de barrido o scanner (MES):** Los electrones son reflejados por la superficie de la muestra, por lo que se consiguen imágenes de los objetos en tres dimensiones.

6. Técnicas para microscopía

6.1. Técnicas para microscopía óptica

Las células, además de diminutas, generalmente son incoloras y translúcidas, por lo que su observación requiere la aplicación de otras técnicas que aumenten el contraste de los componentes celulares para hacerlos visibles, normalmente mediante el uso de colorantes.

Fijación. Consiste en tratar la muestra biológica con unos líquidos denominados **fijadores** o conservantes que preservan la morfología de las células, su organización interna y su composición química. Los más utilizados son el **alcohol etílico al 70%**, el **formaldehído** y el **glutaraldehído**.



Inclusión. Las muestras de los tejidos animales se incluyen en una sustancia para evitar su deformación durante el corte. El medio más utilizado es la **parafina**, una sustancia que se vierte fundida, a unos 60 °C, sobre la muestra. La parafina fundida penetra en la muestra y luego se solidifica cuando se enfría. Previamente se ha de proceder a la deshidratación de la muestra, porque la parafina es hidrosoluble.



Montaje. Consiste en cubrir la muestra teñida, con un medio de montaje viscoso y muy transparente, y luego colocar encima un cubreobjetos.

Los medios de montaje más utilizados son: el **bálsamo de Canadá**, la **glicerina** y la **gelatina glicerínada**.



Tinción. Según las estructuras que se quieren destacar, se utilizan unos colorantes u otros.

Los colorantes más utilizados son: el **azul de metileno**, el **carmín**, la **eosina**, la **hematoxilina**, la **orceína**, la **safranina**, el **sudán** y el **verde de metilo**.



Corte. Si las muestras biológicas son tan gruesas que no permiten el paso de la luz, deben ser cortadas en capas muy finas. Se utilizan **microtomos**, que son aparatos que efectúan cortes extremadamente finos, generalmente entre 6 y 12 µm de grosor.



6.2. Técnicas para microscopía electrónica

Como la muestra ha de deshidratarse para su observación en vacío, debe fijarse por métodos especiales que eviten la distorsión por el secado. Por otra parte, como los electrones tienen un poder de penetración muy limitado, han de obtenerse cortes ultrafinos; para ello la muestra se incluye en un material de gran dureza, como son ciertas resinas, se corta con un **ultramicrotomo** provisto de una cuchilla de vidrio o de diamante, y finalmente se contrasta mediante sales de metales pesados como el uranio o el plomo.

7. Otros métodos de estudio de la célula

En la actualidad se dispone de métodos bioquímicos que permiten identificar localizar los distintos compuestos químicos de la célula:

- **Fraccionamiento celular o separación subcelular.** Consiste en separar los orgánulos de la célula.
- **Cromatografía.** Se utiliza para separar unas proteínas de otras.
- **Electroforesis.** Sirve para separar mezclas de proteínas en disolución.
- **Autorradiografía o radioautografía o marcaje por isótopos.** Permite detectar una molécula marcada, trazar sus movimientos y su metabolismo y saber a qué orgánulos celulares se incorporó.
- **Cristalografía de rayos X o difracción de rayos X.** Sirve para determinar la disposición de los átomos de una proteína.
- **Espectroscopia de resonancia magnética nuclear.** Sirve para determinar, conociendo la secuencia de aminoácidos, la estructura tridimensional de proteínas pequeñas (diseñada por ordenador).
- **Coloraciones citoquímicas.** Son técnicas de tinción específicas para poner de manifiesto distintos componentes químicos de la célula.
- **Cultivos celulares.** Permiten disponer de células vivas para poder proceder a su estudio.

8. Actividades

- 1) Si tuvieses a tu disposición un microscopio óptico con objetivos de 4x, 10x, 40x, 100x. ¿Cuales de las siguientes estructuras u organismos podrías visualizar y con qué objetivos?: virus de la gripe, linfocito, mitocondria, el grana de un cloroplasto, cromosoma, bacteria intestinal, ribosoma, grano de polen, hongo del pan, núcleo.
- 2) ¿Qué microscopios son de mejor calidad, los de alto o los de bajo poder de resolución? Razona la respuesta.