

TEMA 2.1: LA CITOLOGÍA y LA CÉLULA PROCARIOTA

- 1- LA TEORÍA CELULAR
 - 2- MÉTODOS DE ESTUDIO EN CITOLOGÍA
 - 3- TIPOS DE CÉLULAS
 - 4- MORFOLOGÍA DE LA CÉLULA PROCARIOTA
 - 4.1 LA PARED BACTERIANA
 - 4.2 MEMBRANA
 - 4.3 CITOPLASMA Y REGIÓN NUCLEAR
-



Célula bacteriana en bipartición

1- LA TEORÍA CELULAR

La **célula** se puede considerar la estructura más pequeña que puede realizar las tres funciones vitales. Este término fue acuñado por Robert Hooke al estudiar el tejido del corcho con un microscopio que había diseñado él mismo. Procede de la palabra latina *cellulae*, que significa “celdillas”, dado que en el corcho se observan las paredes suberificadas de las células ya muertas que forman este tejido.

A lo largo del siglo XIX, las mejoras ópticas de los microscopios y el desarrollo de las técnicas de preparación permitieron observar células vivas en tejidos animales y en microorganismos. De este modo, en 1831, Robert Brown descubrió el **núcleo** en células vegetales y posteriormente Johann Purkinje descubrió el **protoplasma**.

En el año 1839 Theodor Schwann y Mathias Schleiden establecen los dos primeros principios de la teoría celular:

- **La célula es la unidad morfológica de los seres vivos.** Todo ser vivo se compone de uno o más células. La excepción la constituirían los virus.
- **La célula es la unidad fisiológica de los seres vivos.** Toda célula es capaz de realizar por sí misma los procesos para mantenerse con vida.

Posteriormente, en el año 1855 Rudolf Virchow introduce un tercer principio en la teoría celular:

- **Toda célula proviene de otra preexistente.** La excepción serían las primeras células.

Santiago Ramón y Cajal en 1899 descubre las células nerviosas o **neuronas**, con lo que se amplía la teoría celular a todos los tejidos. Ya en el siglo XX, con el desarrollo de la genética, se pudo emitir un cuarto principio:

- **La célula es la unidad genética de los seres vivos.** La célula contiene la información necesaria para controlar su funcionamiento y es capaz de transmitirla.

El tamaño de las células varía entre los 0,1 μm de los micoplasmas hasta los varios cm de los huevos de aves y reptiles. El crecimiento celular se ve limitado porque, cuanto menor es el tamaño, más eficiente es el metabolismo y más fácil resulta el intercambio de sustancias con el exterior, dado que se dispone de una mayor relación superficie/volumen.

En cuanto a la forma de las células, también es muy variable. En principio tienden a adoptar forma globular debido a la tensión superficial del agua. Sin embargo, las células van a adoptar formas que les capacitan mejor para realizar sus funciones, por lo que podemos afirmar que la forma está determinada por la función. A esto se le conoce como **especialización celular**.

En un ser unicelular, una célula constituye la totalidad del organismo y consiguientemente ha de realizar todas las funciones. Un ser pluricelular está formado por numerosas células que mantienen su individualidad pero que se **reparten** el trabajo fisiológico y **coordinan** sus funciones. Esta especialización genera en las células una **diferenciación morfológica** y supone una mayor interdependencia mutua.

2- LOS MÉTODOS DE ESTUDIO EN CITOLOGÍA

2.1 EL ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LA CÉLULA

Dado el reducido tamaño de las células, es necesario utilizar aparatos de ampliación de la imagen como los microscopios.

La **microscopía óptica** usa fotones de luz visible que pasan por un sistema de lentes (ocular y objetivo) para ampliar la resolución y así permitir la observación general de las células y los tejidos. Dado que la luz debe atravesar las muestras a observar, éstas se preparan previamente mediante técnicas de *fijación* (uso de sustancias para estabilizar las estructuras), *inclusión o congelación* (se da rigidez a tejidos animales con parafina), *corte* (mediante microtomos), *tinción* con colorantes específicos (para aumentar el contraste) y *montaje* (con un portaobjetos, el cubreobjetos y el medio de montaje).

La **microscopía electrónica** utiliza haces de electrones originados al calentar un filamento de tungsteno que se dirigen al ánodo mediante una corriente eléctrica de elevada tensión. Los electrones pasan por la muestra y, con una serie de condensadores magnéticos en un tubo donde se ha hecho el vacío, se obtiene una mayor resolución, lo que permite ver la ultraestructura celular y de los orgánulos. Existen dos tipos de microscopio electrónico:

- Microscopio electrónico de **transmisión**, en que los electrones atraviesan la muestra, que tiene que estar muy finamente cortada.
- Microscopio electrónico de **barrido**, en que los electrones se reflejan en una muestra cubierta de una fina capa metálica para obtener imágenes tridimensionales.

Para la observación de estructuras nanométricas (como las macromoléculas) se utilizan técnicas como la **difracción de rayos X** (los rayos X son difractados al pasar por la muestra y son recogidos en una pantalla o sensor fotográfico) o la microscopía de sonda de barrido (una sonda puntiaguda muy fina escanea la superficie a una distancia muy corta).

2.1 EL ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO DE LA CÉLULA

Es un conjunto de técnicas que permiten el conocimiento y localización de los componentes químicos de las células.

En primer lugar, el **cultivo celular** permite la obtención de gran cantidad de células en condiciones controladas mediante su crecimiento en una placa de cultivo con nutrientes.

A continuación, se efectúa la **separación de fracciones celulares** (aislamiento de orgánulos y macromoléculas) mediante técnicas de ultracentrifugación. Una vez que se rompen las membranas por ultrasonidos o choque osmótico, el homogenizado resultante se somete (en una ultracentrífuga) a una centrifugación creciente, precipitando las estructuras en el fondo del recipiente en orden decreciente a su tamaño.

La **separación de compuestos químicos** se puede realizar mediante **cromatografía** en papel o en gel (los componentes de la mezcla se separan al desplazarse por un medio) o **electroforesis** (separación de proteínas de distinta carga iónica al someterlas a un campo eléctrico).

La **localización de compuestos químicos** en la célula permite saber dónde y cómo se producen los procesos metabólicos. Se añaden sustancias que, al reaccionar con otros, producen colorantes (detectables directamente o por espectrometría), fluorescencia o radiactividad (al utilizar marcadores como isótopos radiactivos como ^{14}C , ^{15}N , ^3H , ^{32}P o ^{35}S).

3- TIPOS DE CÉLULAS

Todas las células constan de una **membrana plasmática** que separa el medio externo del **citoplasma** interno y un **ADN** portador de la información genética. En virtud de dónde se encuentra éste, existen dos tipos celulares diferentes: **procariótica** (más sencilla y con el ADN en el citoplasma) y **eucariótica** (con un citoplasma compartimentalizado, orgánulos y el ADN encerrado en un núcleo).

La célula procariota y la célula eucariota:

DIFERENCIAS	PROCARIONTES	EUCARIONTES
TAMAÑO	De 1 a 10 μm . Todos los organismos son microscópicos.	De 10 a 100 μm . Algunos son microscópicos, aunque la mayoría de los organismos son macroscópicos.
MORFOLOGÍA	Poco variable: esferas, bastones, espirales.	Gran diversidad morfológica y funcional por la diferenciación tisular que supone una alta especialización.
	Pueden formar colonias multicelulares, en que las células son independientes entre sí.	Pueden formar organismos pluricelulares, con células muy interdependientes.
ESTRUCTURA	Sin orgánulos rodeados de membrana.	Poseen orgánulos rodeados de membrana (cloroplastos, mitocondrias, aparato de Golgi).
	Material genético inmerso en el citoplasma.	Material genético situado en un orgánulo diferenciado que es el núcleo.
	ADN desnudo y de forma circular. Presencia de plásmidos.	ADN asociado a histonas.
	Ribosomas 70S.	Ribosomas 80S.
	Flagelos de estructura simple.	Cilios y flagelos de estructura microtubular compleja.
METABOLISMO	Anaerobios (estrictos y facultativos), microaerobios y aerobios.	Todos son aerobios, a excepción de adaptaciones secundarias.
	Gran heterogeneidad metabólica.	Mismo esquema metabólico basado en la respiración.
	Enzimas oxidativos ligados a la membrana celular.	Enzimas oxidativos alojados en las mitocondrias.
	Enzimas fotosintéticos adheridos a la membrana celular.	Enzimas fotosintéticos en los cloroplastos.
	ARNm sin maduración. Acoplación de la traducción y de la transcripción.	ARNm con maduración. Transcripción y traducción en distintos lugares.
REPRODUCCIÓN	División celular directa por bipartición.	División celular por mitosis y citocinesis.
	Sin centriolo ni huso mitótico.	Con centriolos y huso mitótico.
	Reproducción sexual ausente en la mayoría, salvo casos de conjugación.	Reproducción sexual presente en la mayoría, con formación de gametos (células especializadas).

Entre las células eucariotas, las más especializadas son las células de los organismos pertenecientes a los reinos que presentan auténticos tejidos: animales y plantas. Ambos tipos celulares presentan estructuras comunes como la membrana plasmática, los ribosomas, los sistemas de membrana (retículos endoplasmáticos y aparato de Golgi), el citoesqueleto y orgánulos como peroxisomas y mitocondrias. Sin embargo, también tienen notables diferencias como las que se expresan en la siguiente tabla:

CÉLULA VEGETAL	CÉLULA ANIMAL
<ul style="list-style-type: none"> - Pared celular compuesta por celulosa - Vacuolas poco numerosas y de tamaño grande. - Núcleo en posición excéntrica. - Presencia de plastos acumuladores de reserva (amiloplastos) y de pigmentos fotosintéticos (cloroplastos). 	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de glucocálix y de matriz extracelular. - Vacuolas pequeñas y poco numerosas. - Núcleo en posición central. - Centriolo que puede originar orgánulos de movilidad (cilios, flagelos y pseudópodos) - Inclusiones de glucógeno en el citoplasma.

4- MORFOLOGÍA DE LA CÉLULA PROCARIOTA

La célula procariota (*pro*, anterior a, primitivo y *karion*, núcleo) es aquella cuyo material genético se localiza en el citoplasma, sin estar dentro de una estructura especial. Este nivel estructural celular lo poseen los organismos integrantes del reino mónera. Tomaremos como ejemplo la estructura de una célula bacteriana, que consta de cinco partes.

4.1 LA CÁPSULA BACTERIANA

Es una estructura presente en algunas bacterias, sobre todo patógenas. Consta de una capa mucilaginosa que rodea a la célula y se compone de glúcidos y glucoproteínas. Sus funciones son:

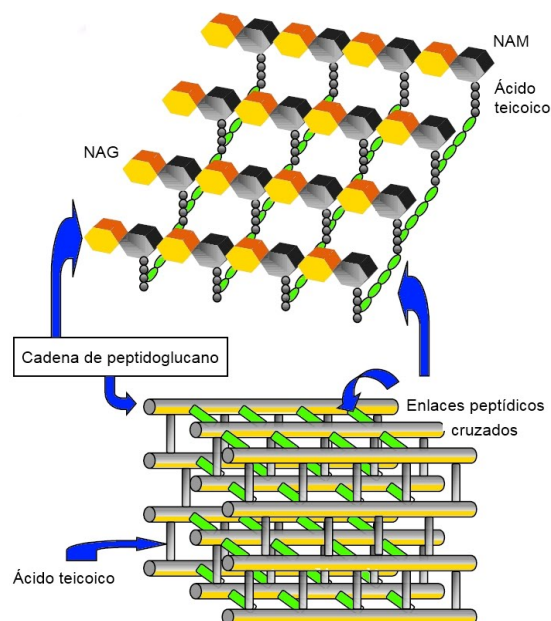
- Regulación del intercambio de agua y sustancias con el medio externo.
- Protección frente a otros organismos (fagos y células fagocíticas) y anticuerpos del hospedador.
- Permite la adherencia a los tejidos huésped para permitir la infección.

4.2 LA PARED BACTERIANA

Es una cubierta rígida de 100 a 800 Å de grosor y presente en casi todas las bacterias (la excepción sería los micoplasmas). Se compone del peptidoglucano o mureína, un polímero complejo con dos porciones:

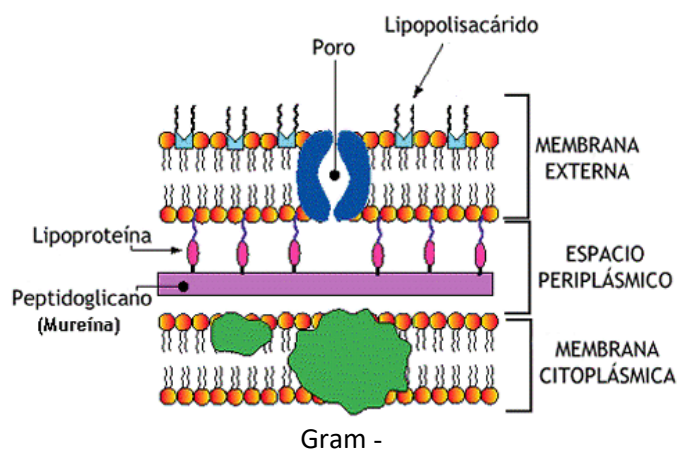
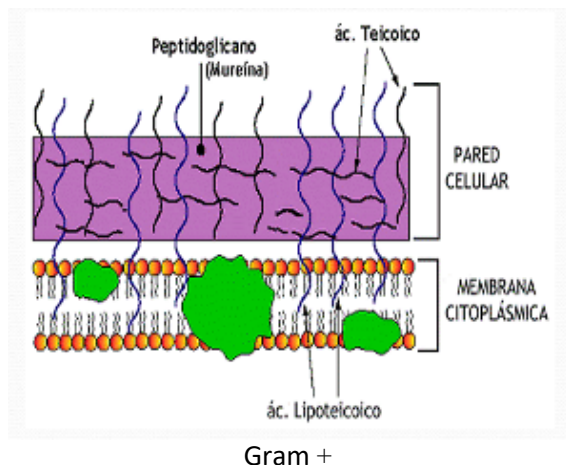
- Glucídica: largas cadenas de dos aminoazúcares: N- acetilglucosamina (NAG) y N-acetilmurámico (NAM), unidos alternativamente por enlaces β (1 \rightarrow 4).
- Peptídica: un tetrapéptido cuyo amino terminal se une a un carboxilo del NAM.

Las cadenas glucídicas se unen entre sí por enlaces cruzados que se establecen entre los tetrapéptidos, estructura en red que confiere a este polímero una gran resistencia mecánica.



Al tener diferencias estructurales en su pared, las bacterias responden de manera distinta a la tinción de Gram, por lo que se dividen en dos grupos:

- **Gram positivas** (quedan coloreados con la tinción azul violáceo): poseen una capa gruesa y homogénea de mureína y está asociada a ácidos teicoicos.
- **Gram negativas** (no se colorean, o lo hacen con un colorante posterior): poseen una fina capa interna de mureína (de 30 Å), situada junto a la membrana plasmática y una **membrana externa**, formada por una bicapa lipídica con unas proteínas (las porinas) que forman canales conductores. Entre estas dos capas se sitúa un espacio que se denomina **periplasma**, en donde se encuentran las lipoproteínas que los enlazan.



Las funciones de la pared bacteriana son las siguientes:

- Da protección frente a variaciones de la presión osmótica y a agentes químicos (antibióticos).
- Da forma a la célula.
- Regula el paso de sustancias.
- Interviene en el proceso de división bacteriana (forma el tabique de separación)

4.3 LA MEMBRANA PLASMÁTICA

Es la envoltura que rodea al citoplasma y tiene una estructura parecida a la membrana de los eucariotas, con fosfolípidos, aunque sin colesterol. Su función es también similar: limitar el citoplasma y regular el paso de las sustancias.

Existen en la membrana unos repliegues internos denominados **mesosomas**, que aumentan la superficie de la membrana y en ellos se insertan enzimas y moléculas implicados en funciones de respiración (en bacterias aerobias) o fotosíntesis (en bacterias fotosintéticas). Por otra parte, los mesosomas dirigen la duplicación del ADN, pues allí se inserta el cromosoma bacteriano.

4.4 EL CITOPLASMA

Es el medio interno celular, relativamente poco estructurado y sin orgánulos de membrana. Posee las siguientes estructuras:

- **Citoesqueleto**, bastante análogo al de las células eucariotas. Tiene una estructura dinámica con fibras también análogas. Mantiene la forma del citoplasma e interviene en la división celular.

- **Ribosomas 70S:** estructuras globulares formadas por ARNr y proteínas, que se encuentran libres y en elevado número (10.000). Poseen dos subunidades: grande (50S) y pequeña (30S). Pueden formar largas cadenas o polirribosomas.
- **Inclusiones:** gránulos sólidos de sustancias de reserva o de desecho (polisacáridos, lípidos, polifosfatos). En las bacterias fotosintéticas acumulan pigmentos, denominándose **Cromatóforos**.
- **Vesículas gaseosas:** estructuras cilíndricas huecas rellenas de gas para la flotación de bacterias fotosintéticas.

4.5 LA REGIÓN NUCLEAR O NUCLEOIDE

Se trata de la porción central del citoplasma, en donde se encuentra el **cromosoma bacteriano**. Éste es una molécula circular de ADN bicatenario con una longitud de aproximadamente 1mm. Este ADN se asocia a proteínas no histónicas y se encuentra bastante enrollada para que quepa en un lugar bastante reducido.

Los **plásmidos** son pequeñas cadenas circulares de ADN extracromosómico que codifican funciones facultativas (no vitales, aunque adaptativas, como factores sexuales, de resistencia o de degradación de determinadas sustancias). Se transmiten por herencia o por conjugación y se pueden integrar en el genoma.

4.6 LAS ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

Los **flagelos** son filamentos largos y delgados responsables de la movilidad de las bacterias. El número varía entre 1 y 100 y tienen tres partes: el cuerpo basal (estructura de fijación en la pared y la membrana), el gancho (de 90º) y el filamento (compuesto por la proteína *flagelina*).

Los **pelos** son apéndices largos, más anchos y poco numerosos, que tienen función sexual (intercambio de material genético).

Las **fimbrias** son filamentos delgados, cortos y numerosos (centenares), que fijan la bacteria al sustrato (como el alimento).

