

PAU 2026

Tema 8. Organización celular



1. Introducción general

- 1.1. Concepto de célula como unidad fundamental de vida.
- 1.2. Importancia del estudio celular en la Biología moderna.

2. Teoría Celular: Implicaciones biológicas

- 2.1. Historia y postulados de la Teoría Celular.
- 2.2. Implicaciones biológicas:

3. Microscopía óptica y electrónica

- 3.1. Principios físicos básicos: luz vs. electrones.
- 3.2. Microscopía óptica:
- 3.3. Microscopía electrónica:
- 3.4. Comparativa entre microscopía óptica y electrónica.

4. Membrana plasmática: Ultraestructura y propiedades

- 4.1. Modelo de mosaico fluido: componentes y organización.
- 4.2. Composición molecular:
- 4.3. Propiedades funcionales

5. El proceso osmótico

- 5.1. Definición y principios físico-químicos de la ósmosis.
- 5.2. Comportamiento osmótico:
- 5.3. Conceptos clave

6. Transporte a través de la membrana plasmática

- 6.1. Transporte pasivo:
- 6.2. Transporte activo:
- 6.3. Relación entre tipo de transporte y características de las moléculas

7. Orgánulos celulares: Ultraestructura y funciones básicas

- 7.1. Células eucariotas:
- 7.2. Células procariotas

8. Comparación entre células procariotas y eucariotas

- 8.1. Tamaño.
- 8.2. Organización interna.
- 8.3. Complejidad estructural.
- 8.4. Modos de reproducción.

AUTOEVALUACIÓN

TEMA 8. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

1. Introducción general

1.1. CONCEPTO DE CÉLULA COMO UNIDAD FUNDAMENTAL DE VIDA

La célula es la unidad estructural, funcional y genética básica de todos los seres vivos. Cada célula es capaz de realizar las funciones esenciales para la vida: nutrición, relación y reproducción. En los organismos unicelulares, una sola célula desempeña todas las funciones vitales, mientras que en los organismos multicelulares existe una especialización celular que permite la división del trabajo biológico.

Desde un punto de vista bioquímico, las células comparten una composición común basada en moléculas orgánicas como proteínas, lípidos, glúcidos y ácidos nucleicos, y operan a través de mecanismos biofísicos y bioquímicos similares, basados fundamentalmente en la utilización del ATP como moneda energética y en el flujo de información genética codificada en el ADN.

Conceptos clave:

- **Unidad estructural:** Todos los seres vivos están formados por una o más células.
- **Unidad funcional:** La célula lleva a cabo todas las funciones necesarias para la vida.
- **Unidad genética:** La información hereditaria reside en el material genético de la célula.

1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO CELULAR EN LA BIOLOGÍA MODERNA

La Biología Celular (o Citología) es una disciplina fundamental porque permite comprender los procesos vitales desde su nivel más básico. El estudio de las células es esencial para entender fenómenos biológicos tan diversos como el desarrollo embrionario, la regeneración de tejidos, la inmunidad, el funcionamiento del sistema nervioso, el envejecimiento y las enfermedades, especialmente el cáncer.

Además, el avance en las técnicas de observación celular —como la microscopía electrónica y la biología molecular— ha revolucionado el diagnóstico médico, la terapéutica (por ejemplo, la terapia génica) y ha abierto nuevas áreas de investigación como la biotecnología y la biología sintética.

El conocimiento profundo de la célula es, por tanto, crucial no solo para la ciencia básica, sino también para sus aplicaciones biomédicas y tecnológicas.

2. Teoría Celular: Implicaciones biológicas

2.1. HISTORIA Y POSTULADOS DE LA TEORÍA CELULAR

La Teoría Celular es uno de los principios fundamentales de la Biología moderna y establece que:

- Todos los seres vivos están formados por una o más células.
- La célula es la unidad estructural y funcional básica de los organismos.
- Toda célula procede de otra célula preexistente.

2. IMPLICACIONES BIOLÓGICAS DE LA TEORÍA CELULAR

La Teoría Celular tiene profundas implicaciones para el entendimiento de la vida:

- **Unidad estructural:** Todos los seres vivos comparten una organización basada en células, lo que sugiere un origen común de la vida.
- **Unidad funcional:** Los procesos biológicos esenciales (metabolismo, respuesta a estímulos, reproducción) ocurren dentro de las células.
- **Unidad genética:** La información hereditaria está codificada en ácidos nucleicos (ADN) contenidos en las células, transmitiéndose de una generación a otra.
- **Origen evolutivo:** La universalidad de los mecanismos celulares básicos (traducción, replicación, transcripción) apoya la hipótesis de un ancestro común.

Esta teoría también ha sido clave para el desarrollo de disciplinas como la genética, la bioquímica y la biotecnología, y ha permitido grandes avances en medicina, como las terapias celulares y la medicina regenerativa.

3. Microscopía óptica y electrónica

3.1. PRINCIPIOS FÍSICOS BÁSICOS: LUZ VS. ELECTRONES

La microscopía es una técnica fundamental para el estudio de la célula, basada en la obtención de imágenes ampliadas de estructuras pequeñas. Existen dos grandes tipos:

- **Microscopía óptica (MO):** Utiliza luz visible (longitudes de onda entre 400–700 nm) y lentes de vidrio para formar la imagen.
- **Microscopía electrónica (ME):** Emplea un haz de electrones, con una longitud de onda mucho menor, lo que permite una resolución muy superior.

Concepto de poder de resolución: es la capacidad de un sistema óptico para distinguir dos puntos separados como entidades distintas. La resolución máxima está limitada por la longitud de onda empleada.

Tipo de Microscopía	Fuente	Resolución típica
Óptica	Luz (fotones)	200 nm (0,2 μ m)
Electrónica	Electrones	0,1–0,2 nm

3.2. MICROSCOPIA ÓPTICA

Tipos:

- **Campo claro:** El más sencillo, donde el contraste se genera por absorción diferencial de luz. Se requiere tinción para observar detalles en células vivas.
- **Contraste de fases:** Resalta diferencias en el índice de refracción, ideal para observar células vivas sin tinción.
- **Fluorescencia:** Utiliza fluoróforos que emiten luz al ser excitados por longitudes de onda específicas, permitiendo marcar estructuras concretas (por ejemplo, núcleo con DAPI).

Poder de resolución:

- Limitado por la difracción de la luz ($\sim 0,2 \mu$ m).
- Suficiente para observar núcleos, cloroplastos, mitocondrias y bacterias.

Técnicas de preparación de muestras:

- **Fijación:** Conserva la estructura celular (formaldehído, glutaraldehído).
- **Inclusión:** En resinas o parafina para cortes finos.
- **Tinción:** Colorantes como hematoxilina-eosina, azul de metileno.

3.3. MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

Tipos:

- **Microscopía electrónica de transmisión (TEM):**
 - ✓ Los electrones atraviesan la muestra.
 - ✓ Imagen bidimensional de alta resolución.
 - ✓ Permite observar ultraestructura interna: membranas, orgánulos, ribosomas.
- **Microscopía electrónica de barrido (SEM):**
 - ✓ Los electrones rebotan en la superficie de la muestra.
 - ✓ Imagen tridimensional detallada de superficies celulares y tejidos.
- **Técnicas de preparación de muestras:**
 - ✓ Fijación en glutaraldehído y post-fijación en tetroxido de osmio.
 - ✓ Deshidratación progresiva con alcohol.
 - ✓ Inclusión en resina epoxi.
 - ✓ Ultracorte (TEM) o recubrimiento con metales pesados como oro (SEM).

3.4. COMPARATIVA ENTRE MICROSCOPIA ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

Característica	Microscopía Óptica	Microscopía Electrónica
Fuente	Luz	Electrones
Lentes	Cristal	Electromagnéticas
Medio	Aire o agua	Vacío
Resolución	~0,2 μm	~0,1–0,2 nm
Observación	Muestras vivas o fijadas	Solo muestras fijadas y deshidratadas
Imagen	Color natural o teñido	Imagen en blanco y negro (pseudocolores posibles)
Preparación de muestra	Relativamente sencilla	Compleja y laboriosa
Coste del equipo	Bajo-moderado	Muy elevado

La elección de la técnica depende del nivel de detalle requerido: mientras la microscopía óptica es suficiente para estudios básicos, la electrónica es indispensable para investigaciones ultraestructurales.

4. Membrana plasmática y Pared celular: ultraestructura y propiedades

4.1. Modelo de mosaico fluido: componentes y organización

La **membrana plasmática** es una estructura dinámica que delimita la célula, separando el medio interno del externo y regulando el intercambio de sustancias. Está basada en el **modelo de mosaico fluido** (Singer y Nicolson, 1972), que describe una bicapa lipídica en la que proteínas están incrustadas o asociadas de manera móvil.

Bicapa lipídica: Formada principalmente por **fosfolípidos** anfipáticos (con cabeza hidrofílica y dos colas hidrofóbicas), dispuestos con las cabezas hacia el exterior y las colas hacia el interior, creando una barrera selectiva.

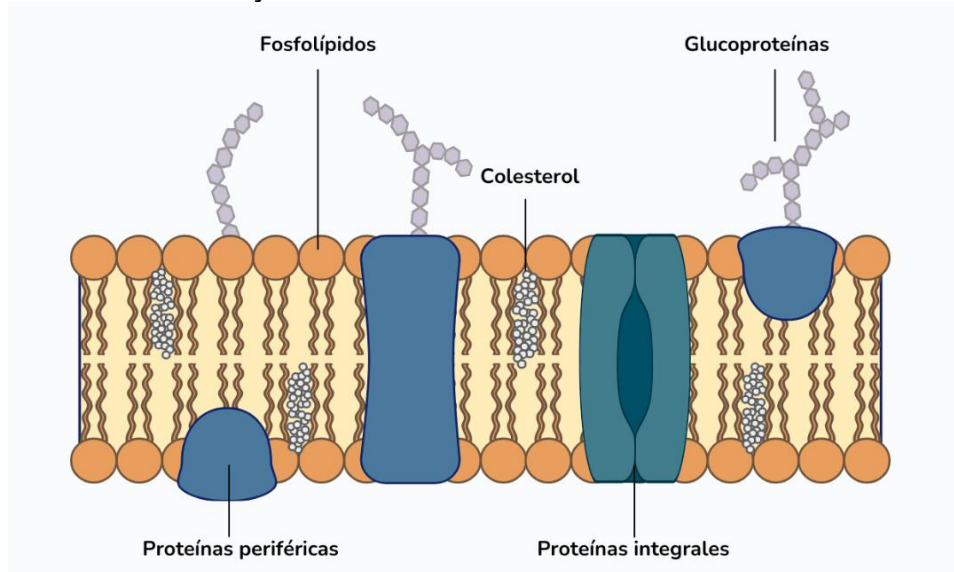
Proteínas de membrana:

- **Integrales:** Atraviesan la bicapa o están fuertemente asociadas.
- **Periféricas:** Asociadas a la superficie interna o externa, no atraviesan la bicapa.

Hidratos de carbono: Asociados a lípidos (glicolípidos) y proteínas (glicoproteínas), forman el **glucocálix** en la superficie externa de células animales.

4.2. COMPOSICIÓN MOLECULAR

- **Lípidos**
- **Fosfolípidos:** Principales componentes estructurales; proporcionan la barrera hidrofóbica.
- **Colesterol:** Intercalado entre los fosfolípidos, regula la fluidez y estabilidad de la membrana en células animales.
- **Proteínas**
 - ✓ **Proteínas integrales:** Transportadores, canales, receptores.
 - ✓ **Proteínas periféricas:** Funciones de anclaje, señalización, soporte estructural.
- **Glúcidos**
- **Glucocálix:** Estructura externa rica en carbohidratos que protege a la célula, facilita el reconocimiento celular y la adhesión intercelular.



4.3. PROPIEDADES FUNCIONALES

- **Fluidez**
 - ✓ Las moléculas de lípidos y algunas proteínas se desplazan lateralmente dentro de la bicapa.
 - ✓ Influenciada por la composición lipídica (grado de saturación de ácidos grasos) y el contenido de colesterol.
- **Asimetría**
 - ✓ La distribución de lípidos y proteínas no es igual en ambas monocapas.
 - ✓ Glúcidos solo en la cara externa; ciertas proteínas orientadas funcionalmente.
- **Permeabilidad selectiva**
 - ✓ La membrana permite el paso de algunas sustancias mientras bloquea otras.
 - ✓ Sustancias pequeñas y lipofílicas (O_2 , CO_2) cruzan fácilmente; iones y moléculas polares requieren proteínas transportadoras.

- **Funciones generales**

- ✓ **Delimitación** del contenido celular.
- ✓ **Regulación** del intercambio de sustancias.
- ✓ **Comunicación** con el entorno (receptores de señales químicas).
- ✓ **Adhesión** celular y formación de tejidos.
- ✓ **Reconocimiento** celular (glucocálix en células animales).

4.4. LA PARED CELULAR VEGETAL

La **pared celular** es una estructura extracelular característica de las células vegetales, hongos y algunas algas, pero en las plantas superiores presenta una organización y composición particular que desempeña funciones fundamentales para la vida vegetal. Es una **envoltura rígida pero dinámica** que rodea la membrana plasmática, confiriendo a la célula **soporte mecánico, protección y determinación de su forma**. Además, regula aspectos cruciales como el **intercambio de sustancias**, el **crecimiento celular** y la **comunicación intercelular**.

Composición y Estructura

La pared celular vegetal presenta una organización **estratificada** que puede dividirse en varias capas, formadas principalmente por polisacáridos complejos y proteínas estructurales:

Lámina media:

Es la capa más externa, situada entre las paredes celulares de células adyacentes.

Compuesta principalmente de **pectinas**, polisacáridos ricos en ácidos galacturónicos que actúan como un cemento intercelular.

Su función principal es adherir unas células a otras, otorgando cohesión a los tejidos.

Pared primaria:

Se sintetiza durante la división celular y está presente en todas las células vegetales jóvenes. Compuesta principalmente por **celulosa** (en forma de microfibrillas organizadas en una matriz), **hemicelulosa**, **pectinas** y **proteínas** como las extensinas.

La disposición flexible de las microfibrillas permite el **crecimiento celular**.

La **celulosa**, un polímero lineal de $\beta(1\rightarrow4)$ -glucosa, se organiza en **microfibrillas** que proporcionan resistencia a la tracción.

Pared secundaria (en células especializadas):

Se deposita interiormente respecto a la pared primaria, una vez que la célula ha dejado de crecer.

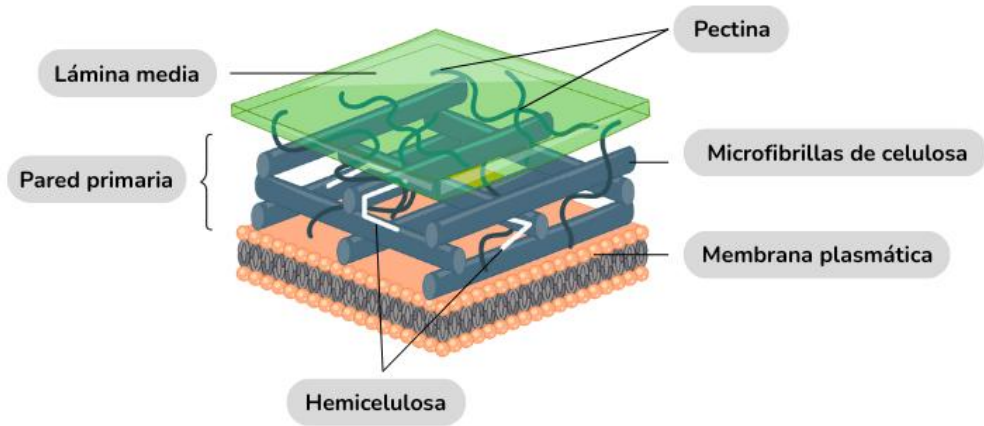
Compuesta por mayor cantidad de **celulosa**, **hemicelulosa** y a menudo **lignina**, una molécula fenólica que proporciona **rigidez e impermeabilidad**.

Característica de células con funciones estructurales (como fibras del xilema) o de protección.

Membrana plasmática:

No es parte de la pared celular, pero está íntimamente asociada a ella, delimitando el protoplasma de la célula.

Participa en la síntesis de los componentes de la pared mediante vesículas del aparato de Golgi.



Plasmodesmos

Los **plasmodesmos** son **canales citoplasmáticos** que atraviesan la pared celular, conectando los protoplasmas de células adyacentes. Permiten el **intercambio de sustancias** y facilitan la **comunicación intercelular**, formando un continuo denominado **simpasto**. Están revestidos de membrana plasmática y contienen un **desmotúbulo**, una extensión del retículo endoplásmico.

Funciones de la Pared Celular

- **Soporte estructural:** otorga resistencia mecánica y protección frente a fuerzas osmóticas.
- **Determinación de la forma celular:** condiciona la morfología de la célula.
- **Crecimiento celular controlado:** su composición dinámica regula la expansión celular.
- **Intercambio y comunicación:** a través de plasmodesmos y modificaciones en su porosidad.
- **Defensa:** constituye una barrera física frente a patógenos.
- **Reserva:** algunas paredes celulares almacenan compuestos secundarios.

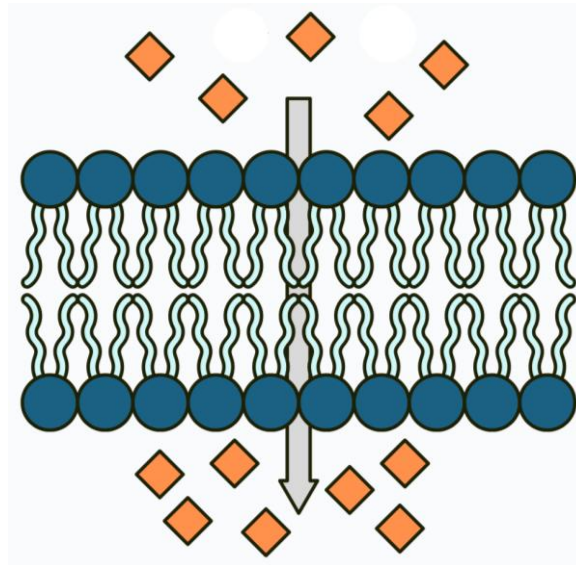
Dinamismo de la Pared

Lejos de ser una estructura estática, la pared celular es un **complejo dinámico**, capaz de remodelarse mediante la acción de enzimas como las **celulasas** y **pectinasas**, permitiendo procesos como el crecimiento, la diferenciación y las respuestas a estímulos ambientales.

5. El proceso osmótico

5.1. DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA ÓSMOSIS

La **ósmosis** es un fenómeno de transporte pasivo de agua a través de una **membrana semipermeable**, desde una disolución de **menor concentración de solutos** (mayor potencial hídrico) hacia una de **mayor concentración de solutos** (menor potencial hídrico), con el objetivo de equilibrar las concentraciones a ambos lados de la membrana.



La membrana plasmática es selectivamente permeable: permite el paso del agua, pero restringe el de muchos solutos.

El proceso es impulsado por diferencias de **potencial osmótico** o **gradientes de concentración**.

Conceptos clave:

- **Medio hipotónico:** Menor concentración de solutos que el interior celular; el agua entra en la célula.
- **Medio hipertónico:** Mayor concentración de solutos que el interior celular; el agua sale de la célula.
- **Medio isotónico:** Igual concentración de solutos; no hay flujo neto de agua.

5.2. COMPORTAMIENTO OSMÓTICO SEGÚN EL TIPO CELULAR

Cuando se representa gráficamente la velocidad inicial de reacción en función de la concentración de sustrato, se obtiene una curva hiperbólica característica, que refleja la saturación progresiva de las enzimas.

Célula animal

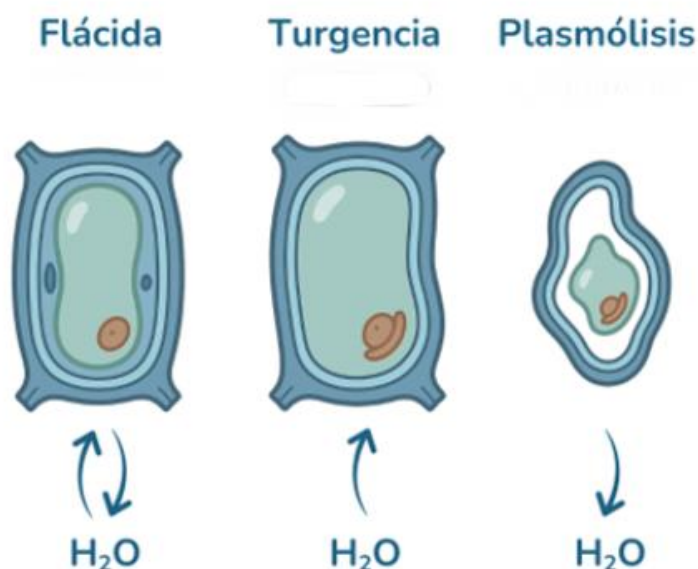
Las células animales carecen de pared celular, por lo que son muy sensibles a cambios osmóticos:

- **Medio hipotónico:** Entrada de agua → La célula se hincha y puede sufrir **lisis** (rotura).
- **Medio hipertónico:** Salida de agua → **Crenación**, la célula se deshidrata y se arruga.
- **Medio isotónico:** No hay cambios netos de volumen.

Célula vegetal

Las células vegetales tienen **pared celular rígida** que limita la entrada de agua y evita la lisis:

- **Medio hipotónico:** Entrada de agua → **Turgencia**, la célula se hincha hasta que la pared celular opone resistencia. Estado óptimo para células vegetales.
- **Medio hipertónico:** Salida de agua → **Plasmólisis**, la membrana se separa de la pared celular.
- **Medio isotónico:** La célula pierde turgencia y puede marchitarse.



Célula procariota

Las bacterias poseen una **pared celular rígida** que les proporciona resistencia osmótica:

- En medios hipotónicos, la presión osmótica interna (presión de turgencia) se equilibra con la resistencia de la pared celular.
- En medios hipertónicos, algunas bacterias pueden deshidratarse, lo que afecta su viabilidad.

5.3. CONCEPTOS CLAVE: MEDIOS ISOTÓNICOS, HIPOTÓNICOS E HIPERTÓNICOS

Tipo de medio	Concentración de solutos	Movimiento de agua	Efecto en células animales	Efecto en células vegetales
Hipotónico	Menor que en la célula	Hacia el interior	Lisis (rotura)	Turgencia
Isotónico	Igual que en la célula	No hay flujo neto	Estabilidad	Flacidez, pérdida de turgencia
Hipertónico	Mayor que en la célula	Hacia el exterior	Crenación (deshidratación)	Plasmólisis

6. Transporte a través de la membrana plasmática

El transporte de sustancias a través de la membrana plasmática es fundamental para el mantenimiento de las condiciones internas de la célula (homeostasis). Existen diversos mecanismos, que se clasifican en transporte pasivo y transporte activo, dependiendo de si requieren o no un gasto energético.

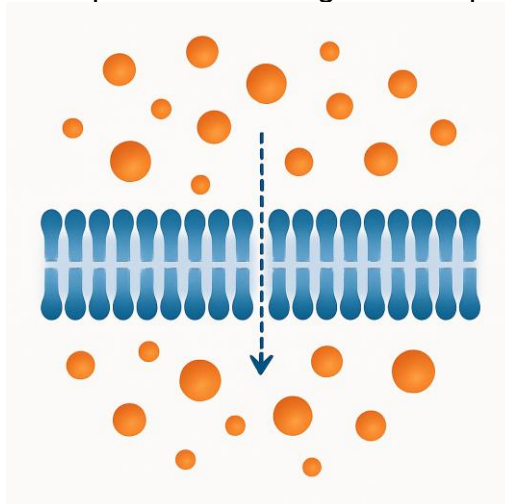
6.1. TRANSPORTE PASIVO

El transporte pasivo no requiere energía; las moléculas se mueven a favor de gradiente de concentración (desde donde están más concentradas hacia donde están menos concentradas).

Difusión simple

Movimiento de moléculas pequeñas y apolares (O_2 , CO_2 , gases, moléculas lipofílicas). Cruzan directamente la bicapa lipídica por difusión.

Es un proceso espontáneo y lento para moléculas grandes o polares.



Difusión facilitada

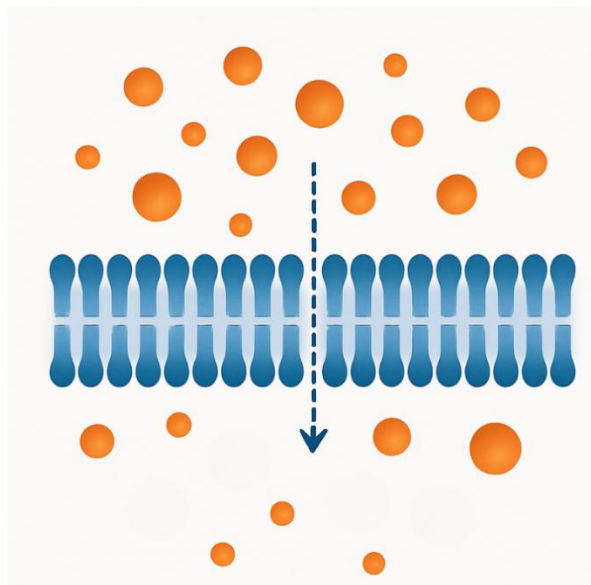
Las moléculas atraviesan la membrana ayudadas por proteínas específicas.

Proteínas de canal: Forman poros hidrofílicos para el paso de iones o agua (por ejemplo, **acuaporinas**).

Proteínas transportadoras (carrier): Se unen a la molécula, cambian de conformación y la trasladan al otro lado (por ejemplo, transporte de glucosa por GLUT).

Características:

- Específica para determinadas moléculas.
- Saturable: el número de transportadores limita el flujo máximo.
- Sin gasto de ATP.



6.2. TRANSPORTE ACTIVO

El transporte activo requiere energía (generalmente en forma de ATP) porque las sustancias se mueven **contra gradiente de concentración**.

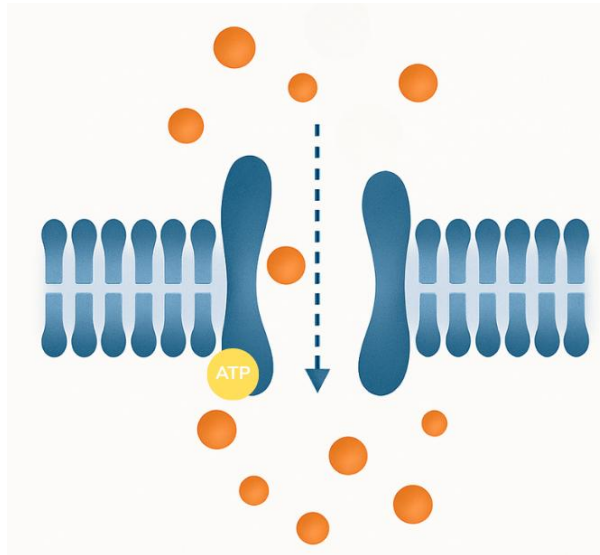
Bombas iónicas

Proteínas de membrana que transportan iones en contra de su gradiente.

Ejemplo: Bomba de sodio-potasio (Na^+/K^+ -ATPasa), que expulsa 3 Na^+ hacia el exterior e introduce 2 K^+ en el interior de la célula, consumiendo una molécula de ATP.

Fundamental para:

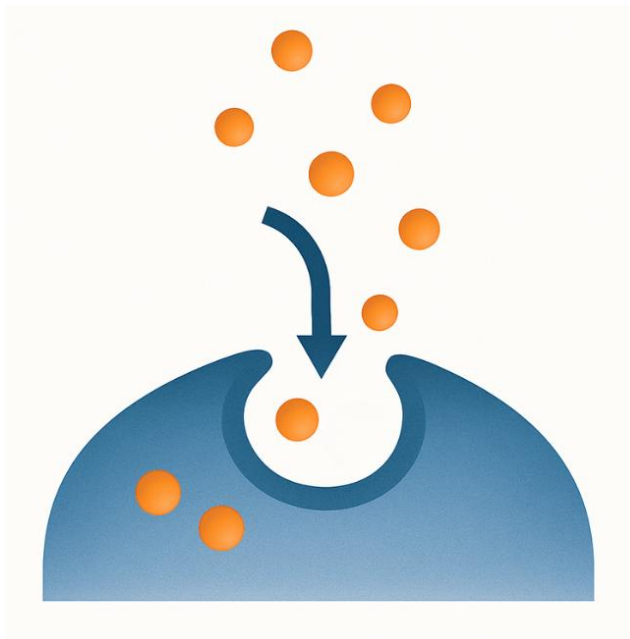
- Mantener el potencial de membrana.
- Regular el volumen celular.
- Facilitar la conducción nerviosa y la contracción muscular.



Endocitosis

Proceso mediante el cual la célula introduce materiales grandes o fluidos mediante la invaginación de la membrana plasmática formando vesículas.

- **Fagocitosis:** Ingestión de partículas sólidas grandes (ej. bacterias, restos celulares).
- **Pinocitosis:** Ingestión de líquidos y solutos disueltos.
- **Endocitosis mediada por receptor:** Transporte específico mediante la unión de moléculas a receptores de membrana (ej. internalización de LDL).

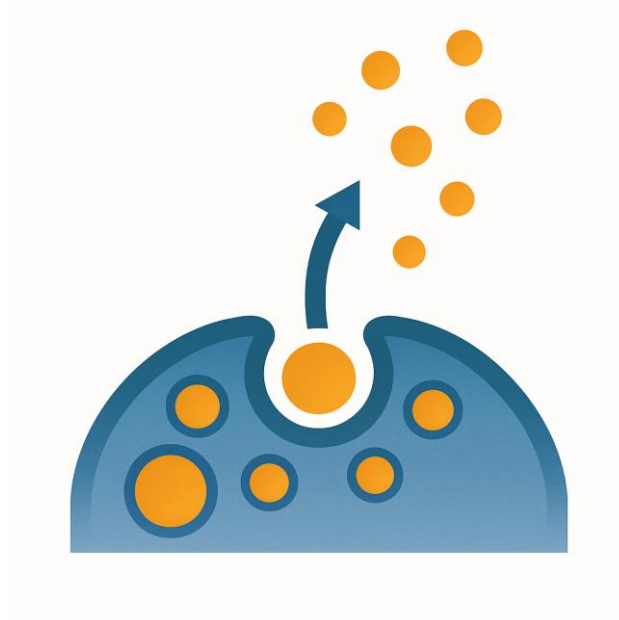


Exocitosis

Proceso de expulsión de materiales al exterior mediante la fusión de vesículas intracelulares con la membrana plasmática.

Fundamental para la secreción de hormonas, neurotransmisores, proteínas extracelulares.

6.3. Relación entre tipo de transporte y características de las moléculas



6.3. RELACIÓN ENTRE TIPO DE TRANSPORTE Y CARACTERÍSTICAS DE LAS MOLÉCULAS

Característica molecular	Mecanismo de transporte
Pequeñas, apolares	Difusión simple
Polares pequeñas (agua)	Difusión facilitada (canales)
Moléculas grandes o específicas	Difusión facilitada (carriers)
Iones	Difusión facilitada (canales) o transporte activo (bombas)
Partículas grandes	Endocitosis
Secreción de moléculas	Exocitosis

7. Orgánulos celulares: ultraestructura y funciones básicas

7.1. ORGÁNULOS EN CÉLULAS EUCARIOTAS

Núcleo

Envoltura nuclear:

Bicapa lipídica continua con el retículo endoplasmático rugoso (RER).

Contiene poros nucleares (~120 nm de diámetro) formados por **complejos de poro nuclear** (~30 nucleoporinas), regulan el transporte selectivo de ARN y proteínas mediante un mecanismo activo dependiente de señales de localización nuclear (NLS).

Nucleoplasma: Medio interno con enzimas de replicación y transcripción, iones, nucleótidos y ARN.

Cromatina:

- **Eucromatina:** Región menos condensada, transcripcionalmente activa.
- **Heterocromatina:** Condensada, transcripcionalmente inactiva.

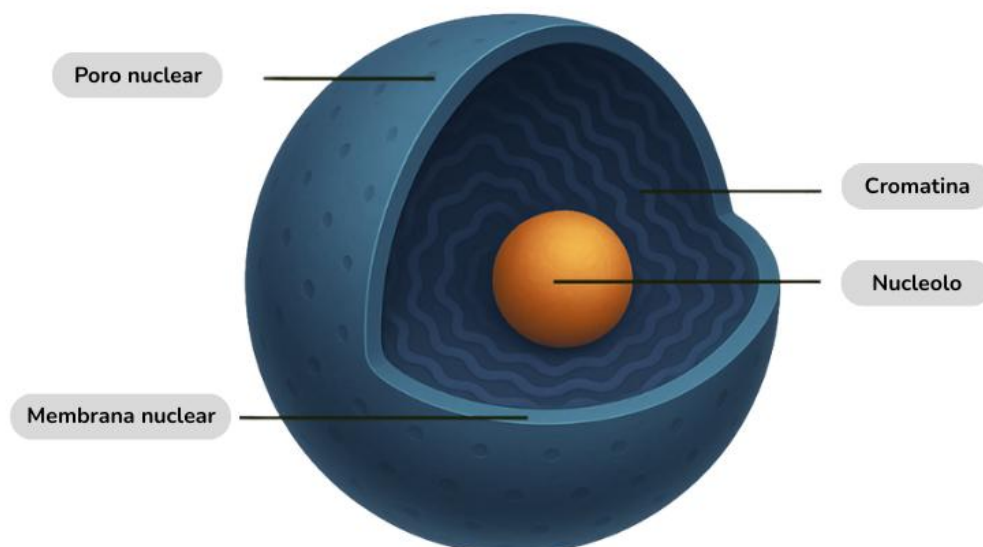
Nucleolo:

No delimitado por membrana.

Lugar de síntesis y ensamblaje de ARN ribosómico (ARNr) y subunidades ribosomales (40S y 60S).

Función:

- Regulación de la expresión genética mediante mecanismos de transcripción (RNAPol II, factores de transcripción).
- Replicación del ADN (fase S del ciclo celular).
- Ensamblaje de ribosomas en el nucleolo.



Ribosomas

Composición:

Dos subunidades compuestas de ARNr (rRNA 28S, 18S, 5.8S, 5S en eucariotas) y proteínas ribosomales.

Tipos:

- **Libres en el citoplasma:** Sintetizan proteínas citosólicas.
- **Unidos al RER:** Proteínas de exportación, membrana o lisosómicas.

Función:

- Traducción del ARN mensajero (ARNm) en proteínas mediante el mecanismo de elongación dependiente de GTP.
- Ribosomas 80S (60S + 40S) en eucariotas.

Retículo endoplasmático (RE)

Rugoso (RER):

Cisternas aplanadas cubiertas de ribosomas.

Síntesis de proteínas destinadas al lumen del RER, Golgi, membrana plasmática o secreción. Comienzo de modificaciones postraduccionales: **N-glicosilación** de proteínas en residuos de asparagina.

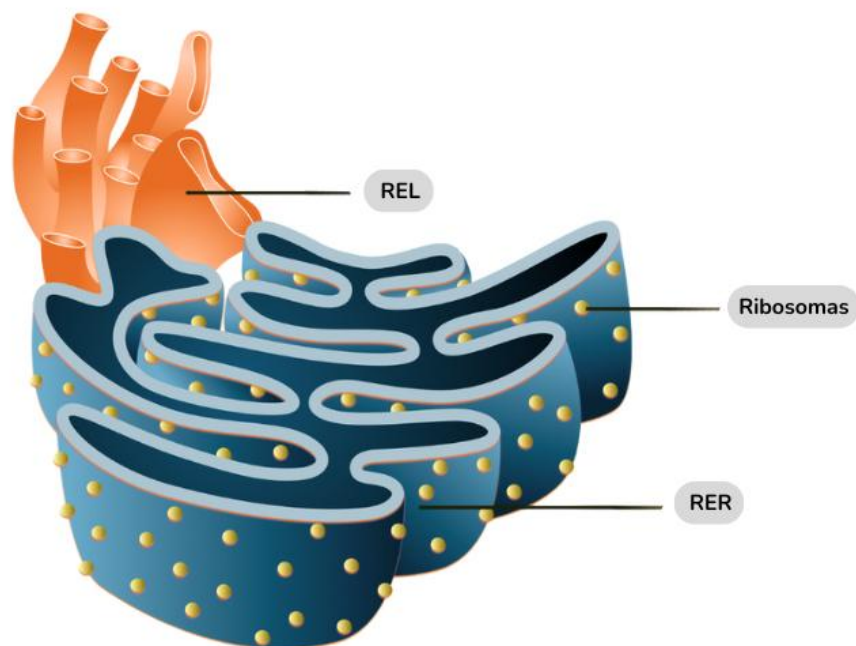
Liso (REL):

Carente de ribosomas.

Síntesis de lípidos (fosfolípidos, colesterol, hormonas esteroideas en células endocrinas).

Detoxificación por citocromo P450 (principalmente en hepatocitos).

Almacenamiento y liberación de Ca^{2+} en el retículo sarcoplásmico muscular.



Aparato de Golgi

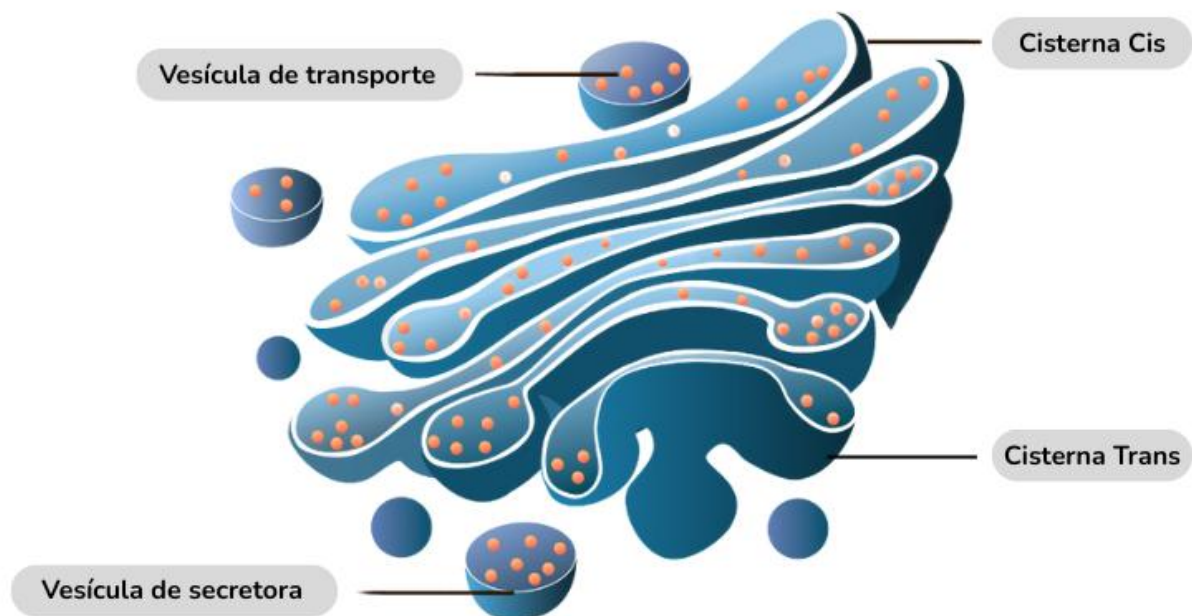
Estructura:

Serie de cisternas apiladas (cis, medial, trans).

Polaridad funcional: entrada cis (fusión de vesículas del RER) y salida trans (formación de vesículas).

Funciones:

- Modificación postraduccional de proteínas: glicosilación (O-glucosilación en residuos de serina/treonina), sulfatación, fosforilación de manosa-6-fosfato en enzimas lisosómicas.
- Clasificación y empaquetamiento de proteínas en vesículas específicas (vesículas secretoras, lisosomas, membrana plasmática).



Lisosomas

Contenido:

Hidrolasas ácidas activas a pH 4.5–5.0 (nucleasas, proteasas, lipasas, fosfatasas).

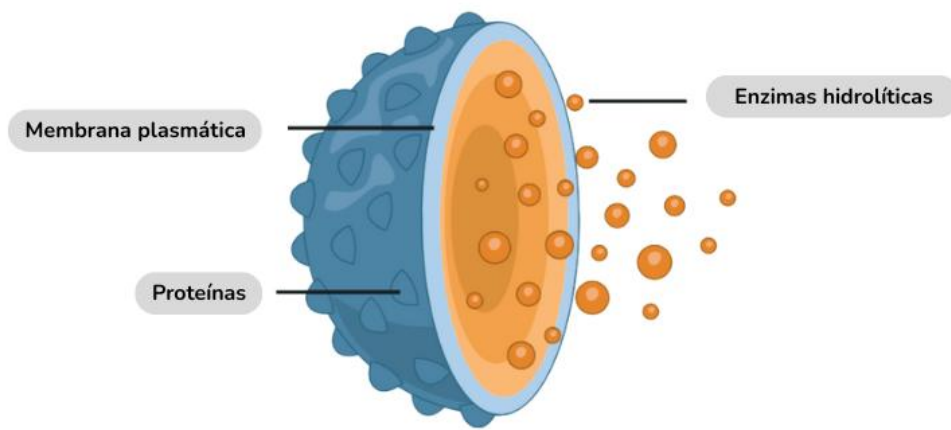
Formación:

Proceden del Golgi (lisosomas primarios).

Fusión con vesículas autofágicas o endocíticas para formar lisosomas secundarios.

Funciones:

- **Autofagia:** Reciclaje de orgánulos envejecidos.
- **Endocitosis:** Degradación de material exógeno.
- **Apoptosis:** Liberación de enzimas hidrolíticas en procesos de muerte celular programada.



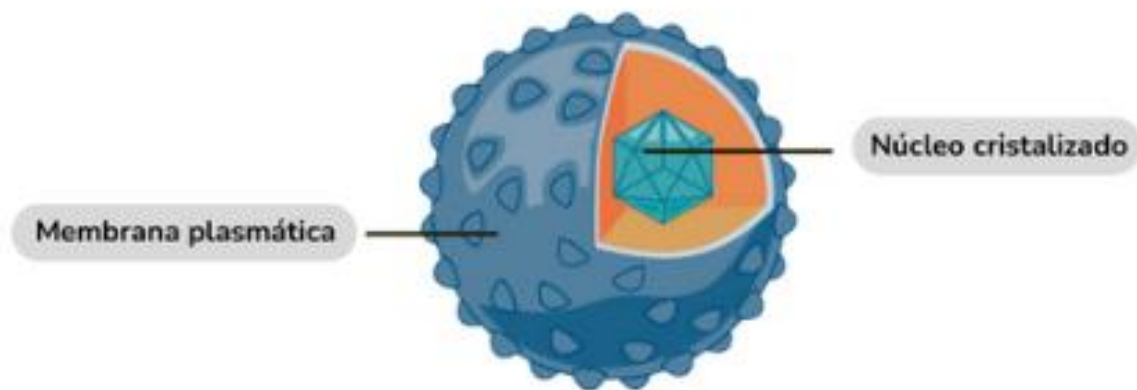
Peroxisomas

Contenido:

Oxidases que generan peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y catalasa que lo degrada.

Funciones:

- β -oxidación de ácidos grasos de cadena muy larga.
- Metabolismo del peróxido de hidrógeno.
- Metabolismo de aminoácidos y poliaminas.
- Síntesis de plasmalógenos (fosfolípidos importantes en la mielina).



Mitocondrias

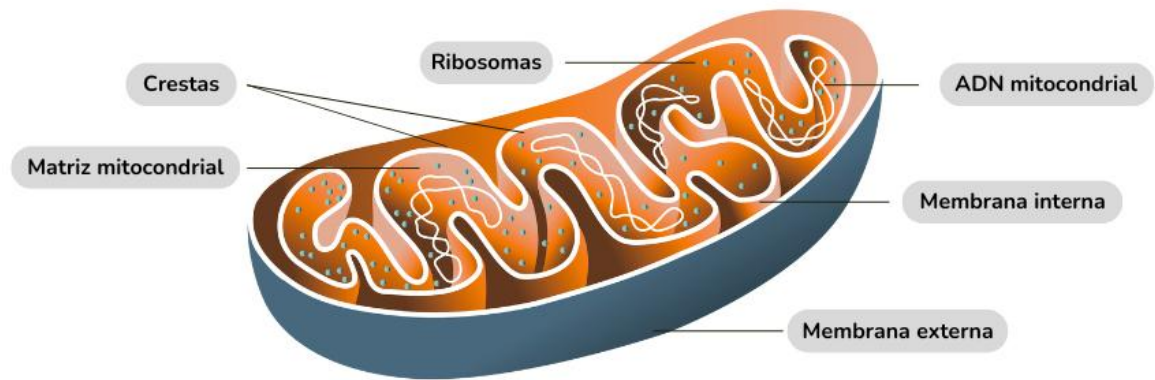
Estructura:

Doble membrana; la interna está altamente plegada formando crestas.

Matriz mitocondrial: Contiene ADN circular propio (código mitocondrial diferenciado del nuclear) y ribosomas 70S.

Funciones:

- **Ciclo de Krebs:** Oxidación de acetil-CoA para producción de NADH y $FADH_2$.
- **Cadena de transporte de electrones:** En la membrana interna; genera gradiente electroquímico para la síntesis de ATP (fosforilación oxidativa por ATP sintasa).
- Participación en apoptosis (liberación de citocromo c).



Cloroplastos (en células vegetales)

Estructura:

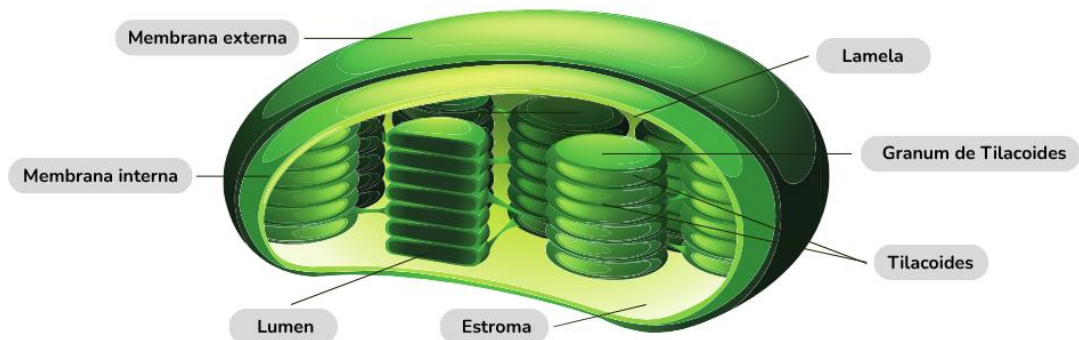
Doble membrana externa.

Sistema de tilacoides (lamelas) que forman grana.

Estroma: ADN circular y ribosomas 70S.

Funciones:

- **Fotosíntesis:**
- Fase luminosa en tilacoides: Fotólisis del agua, producción de ATP y NADPH.
- Fase oscura o ciclo de Calvin en el estroma: Fijación del CO_2 en glucosa.



Citoesqueleto

Microtúbulos:

Tubos huecos de tubulina α y β .

Función: Transporte intracelular (dinamina, kinesina), formación del huso mitótico, cilios y flagelos (estructura 9+2).

Microfilamentos:

Polímeros de actina.

Función: Movimientos celulares (lamelipodios, filopodios), citocinesis, mantenimiento de la forma celular.

Filamentos intermedios:

Fibras resistentes (queratina, vimentina, neurofilamentos).

Función: Sostén mecánico, unión celular (desmosomas).

Centrosoma y centriolos

Centrosoma:

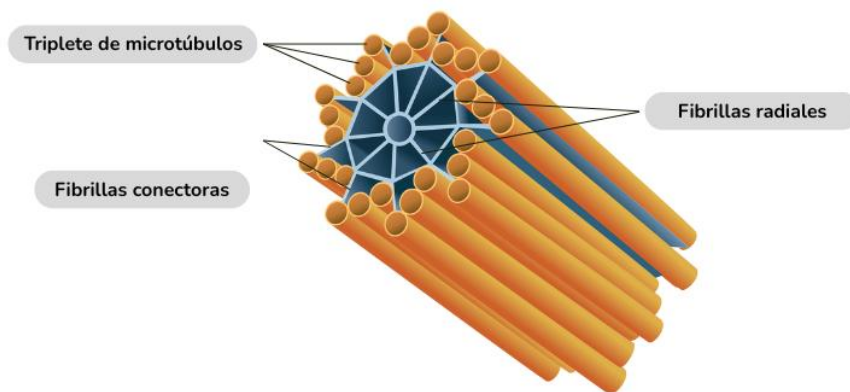
Centro organizador de microtúbulos (MTOC).

Contiene dos centriolos perpendiculares rodeados de material pericentriolar.

Centriolos:

Estructura de 9 tripletes de microtúbulos.

Función: Formación del huso mitótico, bases de cilios y flagelos.



7.2. ORGÁNULOS EN CÉLULAS PROCARIOTAS

Pared celular

Bacterias grampositivas: Espesa capa de peptidoglicano.

Bacterias gramnegativas: Capa delgada de peptidoglicano y membrana externa rica en lipopolisacáridos.

Membrana plasmática

Contiene enzimas respiratorias (bacterias aeróbicas) o fotosintéticas (cianobacterias).

Citoplasma

Ribosomas 70S.

Inclusiones de almacenamiento: gránulos de polifosfato (volutina), gránulos de glucógeno, carboxisomas en bacterias fotosintéticas.

Nucleoide

ADN superenrollado con proteínas similares a histonas en arqueas.

Plásmidos:

Características:

- Moléculas de ADN extracromosómico, generalmente circulares.
- Replicación autónoma (origen de replicación propio, ori)

Genes de resistencia antibiótica, factores de conjugación (F-plásmido).

Importancia:

Evolución bacteriana mediante transferencia horizontal de genes (conjugación, transformación, transducción).

Vectores en biotecnología.

Flagelos

Estructura:

- **Filamento** helicoidal de flagelina.
- **Gancho**: conecta el filamento al motor.
- **Cuerpo basal**: anclaje en membrana citoplasmática y pared celular.

Función: Motilidad dirigida (quimiotaxis, aerotaxis).

Pili/fimbrias

Adhesión y conjugación genética.

Cápsula:

Composición:

- Polisacáridos extracelulares (glucanos, mananos).
- En algunos casos polipéptidos (cápsula de *Bacillus anthracis*: poliglutámico).

Función: Protección contra fagocitosis y desecación.

Endosporas (en ciertas bacterias)

Géneros productores: *Bacillus*, *Clostridium*.

Características:

Estructura altamente resistente (calor, desecación, radiación, químicos).

Composición:

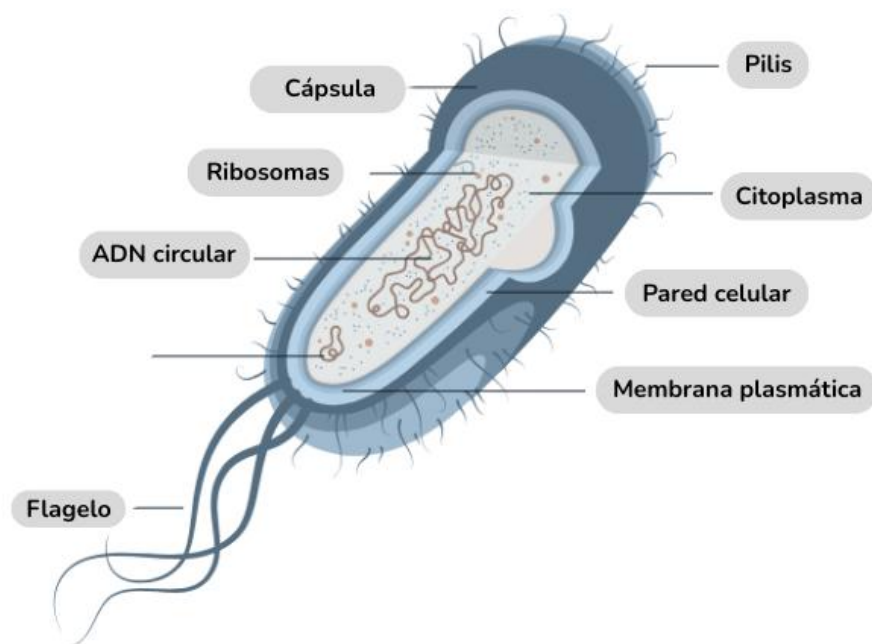
Núcleo: ADN, ribosomas, ARN, dipicolinato de calcio (protege el ADN).

Capa de corteza y capa esporal de proteínas.

Función:

Supervivencia en condiciones ambientales extremas.

Germinación en condiciones favorables.



Estructura	Composición	Función principal
Pared celular	Peptidoglicano o pseudomureína	Protección mecánica y osmótica
Membrana plasmática	Fosfolípidos y proteínas	Transporte, metabolismo, señalización
Citoplasma	Solución densa	Metabolismo celular
Nucleoide	ADN superenrollado	Información genética
Ribosomas 70S	rARN y proteínas	Síntesis proteica
Plásmidos	ADN extracromosómico	Resistencia, virulencia, transferencia genética
Cápsula	Polisacáridos/polipéptidos	Protección, adhesión
Flagelos	Flagelina y motor basal	Motilidad
Pili/fimbrias	Proteínas pilinas	Adhesión, conjugación
Endospora (opcional)	Multicapa proteica, dipicolinato	Supervivencia extrema

8. Comparación entre células procariotas y eucariotas

En términos evolutivos y funcionales, las células procariotas y eucariotas presentan diferencias fundamentales que reflejan grados de complejidad estructural y adaptación ecológica.

8.1. TAMAÑO

Procariotas:

- Tamaño típico: 0,1 – 5 μm de diámetro.
- Superficie/volumen alta $\rightarrow$ Difusión eficiente, rápido intercambio con el medio.

Eucariotas:

- Tamaño típico: 10 – 100 μm de diámetro.
- Volumen mayor $\rightarrow$ Necesidad de sistemas especializados de transporte y compartimentación.

8.2. ORGANIZACIÓN INTERNA

Característica	Procariotas	Eucariotas
Núcleo	No delimitado (nucleoide, ADN circular)	Delimitado por envoltura nuclear, ADN lineal organizado en cromatina
Orgánulos membranosos	Ausentes	Presentes (núcleo, RE, Golgi, mitocondrias, cloroplastos, etc.)
Ribosomas	70S (subunidades 50S + 30S)	80S (subunidades 60S + 40S); mitocondriales y cloroplásticos 70S
Citoesqueleto	Presenta proteínas similares (homólogos de actina, tubulina)	Complejo: microtúbulos, microfilamentos, filamentos intermedios
División celular	Fisión binaria	Mitosis (y meiosis en células germinales)

8.3. COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL

Procariotas:

- Estructura celular simple.
- Pared celular casi universal (excepto micoplasmas).
- Sistemas de secreción, flagelos, cápsulas, pili.
- Metabolismo muy diversificado: aerobios, anaerobios, fotótrofos, quimiolitótrofos.

Eucariotas:

- Estructura celular altamente compartimentada.
- Diversificación funcional de organelos.
- Tejidos y órganos especializados en organismos multicelulares.
- Capacidad de endocitosis y exocitosis avanzadas.

8.4. REPRODUCCIÓN

Procariotas:

- Reproducción asexual por fisión binaria.
- Intercambio genético horizontal: conjugación, transformación, transducción.
- Rápida tasa de replicación (en condiciones óptimas, duplicación en 20 minutos).

Eucariotas:

- Reproducción asexual (mitosis) y sexual (meiosis).
- Ciclo celular altamente regulado por puntos de control (checkpoints).
- Diversidad genética aumentada por recombinación sexual.

8.5. NIVEL MOLECULAR

ADN:

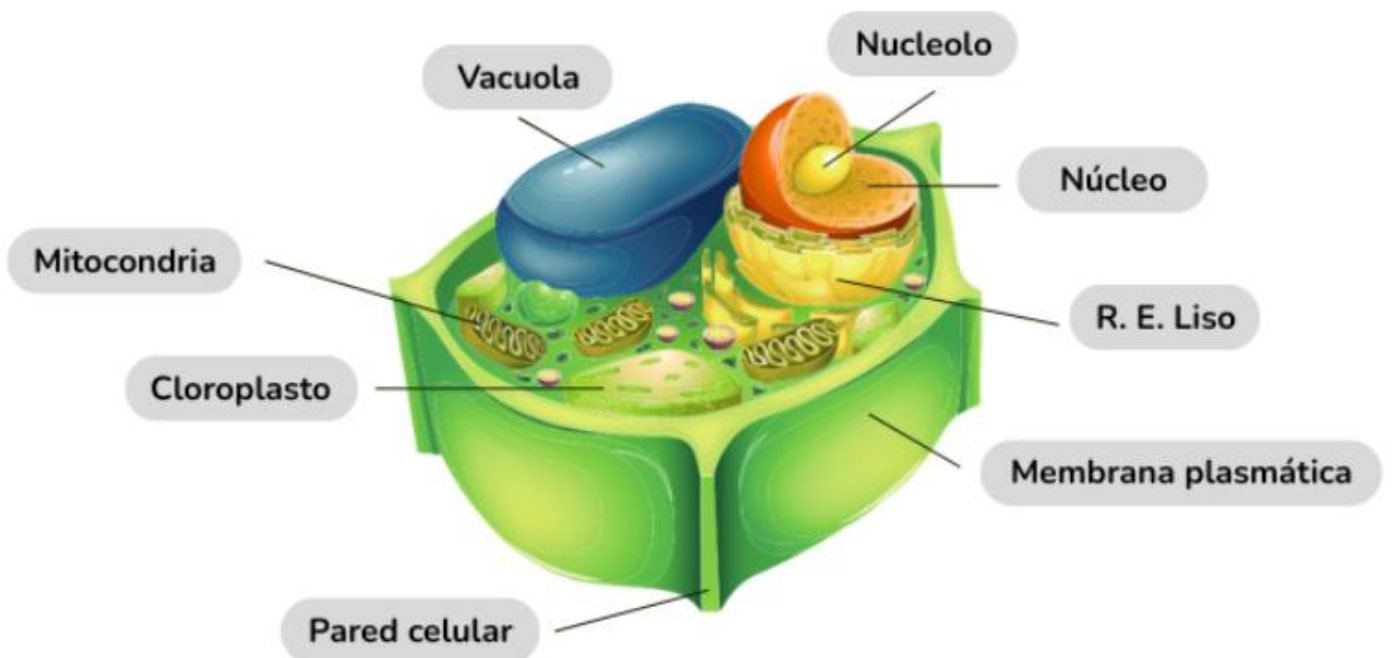
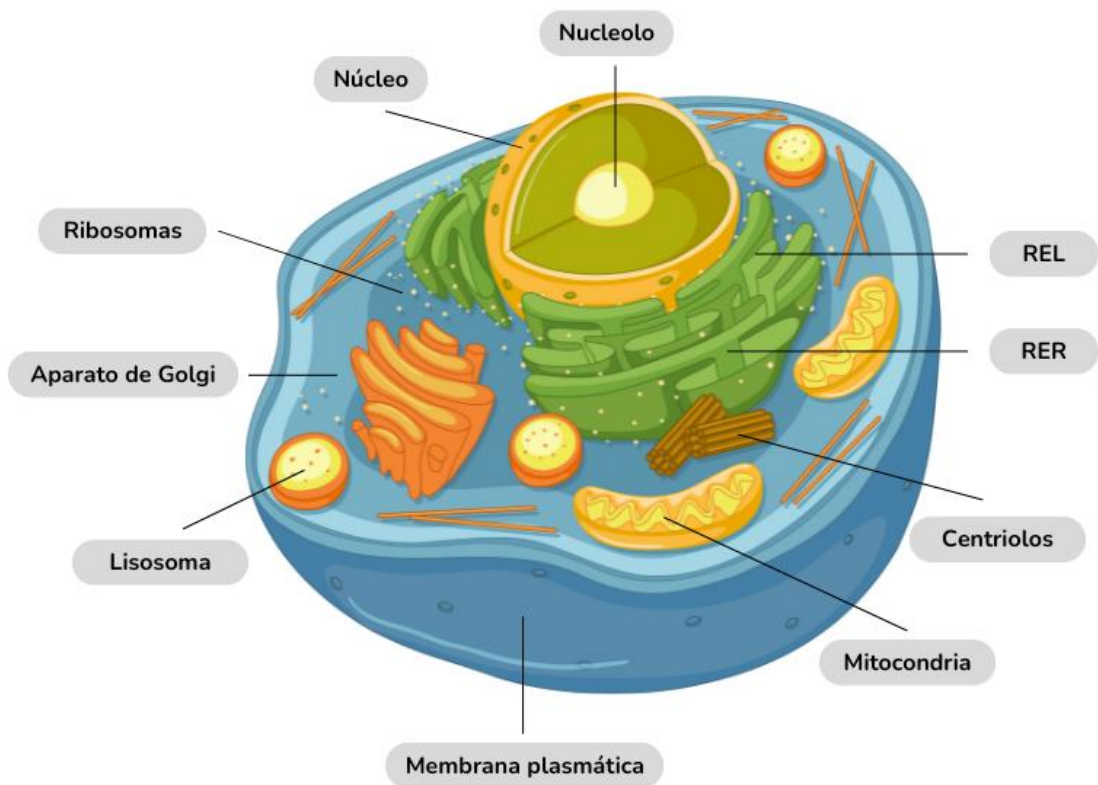
- **Procariotas:** ADN circular, no asociado a histonas (excepto en arqueas).
- **Eucariotas:** ADN lineal, empaquetado en nucleosomas con histonas.

ARN:

- **Procariotas:** Transcripción y traducción acopladas espacialmente.
- **Eucariotas:** Transcripción en el núcleo; traducción en el citoplasma. Modificaciones postranscripcionales (capping, splicing, poliadenilación).

Metabolismo:

- **Procariotas:** Pueden realizar fotosíntesis anoxigénica, quimiosíntesis, nitrificación, fijación de N_2 , etc.
- **Eucariotas:** Metabolismo fundamentalmente heterótrofo o fotosíntesis oxigénica en plantas y algas.



Preguntas competenciales

PAU - 2026

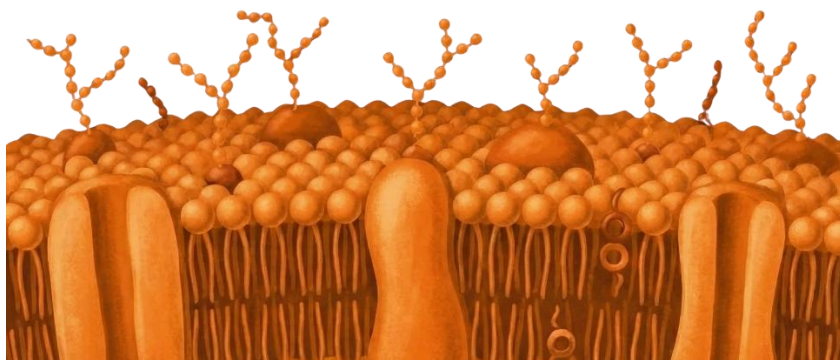
PREGUNTA COMPETENCIAL 1

En un laboratorio de microbiología se analiza una muestra obtenida de una charca. Al microscopio se observan células unicelulares que presentan una pared externa, carecen de núcleos definidos y su material genético es una molécula de ADN circular no asociada a histonas.

- a) Identifique el tipo de organización celular de la muestra. Justifique su respuesta basándose en tres características mencionadas en el texto.
- b) Si en la misma muestra encontráramos células con ribosomas 80S y presencia de mitocondrias, ¿en qué tipo de organización celular las clasificaría? Mencione una ventaja evolutiva de este modelo frente al anterior.
- c) ¿Cómo se denomina la región donde se localiza el ADN en el primer tipo de células descrito?

PREGUNTA COMPETENCIAL 2

Observe el siguiente esquema simplificado que representa un fragmento de la membrana plasmática (Modelo del Mosaico Fluido):



- a) Identifique los componentes químicos de la membrana que permiten que esta sea asimétrica. ¿En qué cara de la membrana se localizan preferentemente?
- b) Explique la función de los fosfolípidos en la formación de la bicapa. ¿Por qué se dice que son moléculas anfipáticas?
- c) ¿Qué papel desempeña el colesterol en relación con la estabilidad y fluidez de la membrana en células animales?

PREGUNTA COMPETENCIAL 3

Se introducen láminas de tejido de patata en tres soluciones distintas: una con agua destilada, otra con una solución salina al 0,9\% (fisiológica) y otra con una solución saturada de sal.

- a) ¿En cuál de las soluciones las células de la patata sufrirán plasmólisis? Explique en qué consiste este fenómeno y qué ocurre con la presión de turgencia.
- b) Si realizamos el mismo experimento con glóbulos rojos en lugar de patata, ¿qué ocurriría en el tubo con agua destilada? Justifique si la respuesta sería igual que en la célula vegetal.
- c) Defina el concepto de ósmosis.

PREGUNTA COMPETENCIAL 4

La concentración de iones potasio (K^+) es significativamente mayor en el interior de las células nerviosas que en el líquido extracelular, mientras que con el sodio (Na^+) ocurre lo contrario. Para mantener este gradiente, la célula utiliza una proteína específica.

- a) ¿Cómo se denomina este tipo de transporte? Justifique su respuesta indicando si requiere energía y si va a favor o en contra de gradiente.
- b) Si una molécula de gran tamaño (como una proteína) quisiera entrar en la célula, ¿podría hacerlo a través de canales iónicos? Nombre y explique brevemente el proceso de transporte en masa que debería utilizar.
- c) Diferencie entre difusión simple y difusión facilitada.

PREGUNTA COMPETENCIAL 5

En las células de los islotes pancreáticos se sintetiza la insulina (una proteína) que debe ser secretada al torrente sanguíneo para regular la glucemia.

- a) Describa el camino que sigue la insulina desde que se sintetiza en los ribosomas hasta que sale de la célula, mencionando al menos dos orgánulos membranosos implicados.
- b) ¿Qué papel desempeña el Aparato de Golgi en la maduración de estas proteínas de secreción?
- c) ¿Qué proceso de transporte celular permite la liberación final de la insulina al exterior de la célula?

PREGUNTA COMPETENCIAL 6

Las mitocondrias son consideradas las "centrales energéticas" de la célula eucariota.

- a) Dibuje un esquema simple de una mitocondria e identifique: membrana externa, membrana interna, crestas y matriz.
- b) Relacione la estructura de las crestas mitocondriales con su función biológica. ¿Qué molécula energética se sintetiza en ellas?
- c) ¿Por qué las células musculares tienen un número de mitocondrias muy superior al de las células epiteliales de la piel?

PREGUNTA COMPETENCIAL 7

La teoría endosimbiótica propuesta por Lynn Margulis explica el origen de ciertos orgánulos en la célula eucariota.

- a) ¿A qué orgánulos se refiere esta teoría? Mencione dos características de estos orgánulos que sean idénticas a las de las bacterias actuales.
- b) Explique brevemente en qué consistió el proceso de endosimbiosis según esta teoría.
- c) ¿Poseen estos orgánulos autonomía genética? Razone su respuesta

PREGUNTA COMPETENCIAL 8

Se analizan dos micrografías de células eucariotas diferentes. La célula A presenta una forma poliédrica, una gran vacuola que ocupa casi todo el citoplasma y presencia de cloroplastos. La célula B es redondeada, carece de pared y presenta centriolos.

- a) Identifique razonadamente qué tipo de célula corresponde a cada muestra (animal o vegetal).
- b) Explique la función de la pared celular en la célula vegetal y mencione cuál es su componente polisacárido principal.
- c) Indique qué orgánulo es el responsable de la digestión intracelular y en cuál de los dos tipos celulares (A o B) suele ser más numeroso y activo.

RESPUESTAS DE LAS PREGUNTAS COMPETENCIALES

RESPUESTA COMPETENCIAL 1

a) Tipo de organización: Se trata de una célula procariota.

Justificación: 1) Ausencia de un núcleo definido (material genético libre en el citoplasma). 2) Presencia de una molécula de ADN circular no asociada a histonas. 3) Presencia de una pared externa (pared celular bacteriana).

b) Clasificación: Se clasificarían como células eucariotas.

Ventaja evolutiva: La compartimentación membranosa. Esto permite separar reacciones metabólicas incompatibles, aumentando la eficiencia biológica y permitiendo un mayor tamaño celular y complejidad estructural.

c) Región del ADN: Esta región se denomina nucleóide

RESPUESTA COMPETENCIAL 2

a) Componentes de la asimetría: Los glúcidos (oligosacáridos) unidos a lípidos (glicolípidos) y proteínas (glicoproteínas).

Localización: Se localizan exclusivamente en la cara externa de la membrana, formando el glucocálix.

b) Función de los fosfolípidos: Actúan como el componente estructural principal, formando una bicapa que sirve de barrera hidrofóbica selectiva entre el medio interno y externo.

Carácter anfipático: Significa que poseen una doble afinidad: una cabeza hidrofílica (polar) que interactúa con el agua y colas hidrofóbicas (apolares) que se repelen de ella.

c) Papel del colesterol: Se intercala entre los fosfolípidos para regular la fluidez. A altas temperaturas evita que la membrana sea demasiado fluida y a bajas temperaturas evita que se solidifique, otorgando estabilidad mecánica.

RESPUESTA COMPETENCIAL 3

a) Solución con plasmólisis: En la solución saturada de sal (medio hipertónico).

Fenómeno: El agua sale de la célula por ósmosis; el volumen de la vacuola disminuye y la membrana plasmática se retrae, despegándose de la pared celular. La presión de turgencia se anula o se vuelve negativa, provocando la flacidez del tejido.

b) Glóbulos rojos en agua destilada: Sufrirían lisis (hemólisis). Al estar en un medio hipotónico, el agua entra masivamente en la célula hasta que esta explota.

Diferencia: No ocurre igual que en la célula vegetal porque los glóbulos rojos carecen de pared celular rígida que limite la expansión y proteja contra la rotura.

c) Definición de ósmosis: Es un proceso de transporte pasivo donde el agua se desplaza a través de una membrana semipermeable desde un medio de menor concentración de solutos (hipotónico) hacia uno de mayor concentración (hipertónico) para equilibrar ambos lados.

RESPUESTA COMPETENCIAL 4

a) Tipo de transporte: Transporte activo (específicamente la bomba Sodio-Potasio).

Justificación: Requiere gasto de energía en forma de ATP y se realiza en contra del gradiente de concentración (mueve iones hacia donde ya están más concentrados).

b) Molécula de gran tamaño: No podría entrar por canales iónicos. Debe utilizar el transporte en masa llamado endocitosis.

Explicación: La membrana plasmática se invagina (se dobla hacia adentro) para rodear la molécula y formar una vesícula que se incorpora al citoplasma.

c) Diferencia: En la difusión simple, las sustancias (pequeñas y apolares) cruzan directamente la bicapa lipídica. En la difusión facilitada, las sustancias (polares o iones) cruzan a través de proteínas de canal o transportadoras (carriers), siempre a favor de gradiente y sin gasto de ATP.

RESPUESTA COMPETENCIAL 5

a) Camino de la insulina: Ribosomas (síntesis) → Retículo Endoplasmático Rugoso (RER) (procesamiento inicial) → Vesículas de transporte Aparato de Golgi (empaquetamiento final) → Vesículas secretoras → Membrana plasmática.

b) Papel del Aparato de Golgi: Se encarga de la modificación postraduccional (como la glicosilación), clasificación y empaquetamiento de las proteínas en vesículas específicas para su destino final.

c) Proceso de liberación: Se denomina exocitosis.

RESPUESTA COMPETENCIAL 6

a) Esquema: (Visualiza un orgánulo ovalado con doble membrana; la externa lisa y la interna plegada). Las partes son: membrana externa, espacio intermembranoso, membrana interna, crestas (pliegues) y matriz (espacio interno).

b) Relación estructura-función: Los pliegues de las crestas aumentan la superficie disponible para alojar las cadenas de transporte de electrones y la ATP sintasa. La molécula sintetizada es el ATP.

c) Células musculares vs. piel: Las células musculares requieren una cantidad masiva de energía para la contracción mecánica. Por tanto, necesitan más mitocondrias para realizar la

respiración celular aeróbica que las células de la piel, cuya demanda energética es mucho menor.

RESPUESTA COMPETENCIAL 7

a) Orgánulos: Se refiere a las mitocondrias y los cloroplastos.

Características bacterianas: 1) Poseen su propio ADN circular. 2) Contienen ribosomas propios de tipo 70S.

b) Proceso: Consistió en la fagocitosis de células procariotas por parte de una célula eucariota ancestral. En lugar de ser digeridas, establecieron una relación de simbiosis donde el hospedador aportaba protección y nutrientes, y el simbiote aportaba energía (respiración o fotosíntesis).

c) Autonomía genética: Sí poseen autonomía genética parcial. Tienen ADN propio y maquinaria para duplicarlo, transcribirlo y traducirlo en proteínas necesarias para su función, aunque dependen del núcleo celular para otras funciones.

RESPUESTA COMPETENCIAL 8

a) Identificación:

Célula A: Vegetal. Presenta forma poliédrica (por la pared), cloroplastos para la fotosíntesis y una gran vacuola central.

Célula B: Animal. Carece de pared (forma redondeada) y presenta centriolos (exclusivos de animales para organizar el citoesqueleto y división).

b) Función de la pared: Proporciona soporte mecánico, mantiene la forma celular y protege a la célula de la rotura por presión osmótica.

Polisacárido principal: La celulosa.

c) Orgánulo de digestión: Es el lisosoma. Es más numeroso y activo en la célula B (animal), donde participa en la degradación de materiales incorporados por endocitosis y en el reciclaje de orgánulos.