Centro de Estudios ILLICE

PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

BIOLOGÍA

Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

Biología · Prueba de Acceso a la Universidad

Primera edición: 2026

© 2026 Juan Marcos Sanmartín. Todos los derechos reservados.

Edita: Juan Marcos Sanmartín (Centro de Estudios Illice) · Pont dels Ortissos, 6, entresuelo · 03203 Elche (Alicante)
contacto@centrodeestudiosillice.com · www.centrodeestudiosillice.com

Este libro es para uso personal de quien lo ha comprado. Queda prohibida su reproducción, distribución, comunicación pública o transformación, total o parcial, por cualquier medio (incluidos WhatsApp, redes sociales y plataformas de apuntes), sin autorización escrita del titular, conforme a la Ley de Propiedad Intelectual.

Si has recibido este libro sin haberlo comprado, puedes conseguir tu propia copia en
www.centrodeestudiosillice.com/libros

ÍNDICE

BLOQUE I. LA BASE MOLECULAR DE LA VIDA

Tema 1 Bioelementos, agua y sales minerales 5
Tema 2 Los glúcidos y los lípidos 29
Tema 3 Las proteínas y las enzimas 57
Tema 4 Los ácidos nucleicos 89

BLOQUE II. LA CÉLULA

Tema 5 La célula: organización, membrana y transporte 113
Tema 6 Los orgánulos, el citoesqueleto y el núcleo 137
Tema 7 El ciclo celular: la mitosis y la meiosis 169

BLOQUE III. EL METABOLISMO

Tema 8 El catabolismo 195
Tema 9 El anabolismo: la fotosíntesis y la quimiosíntesis 223

BLOQUE IV. LA INFORMACIÓN GENÉTICA

Tema 10 La replicación y la expresión génica 249
Tema 11 Las mutaciones y la ingeniería genética 277

BLOQUE V. LOS MICROORGANISMOS Y LA INMUNIDAD

Tema 12 Los microorganismos, las formas acelulares y la biotecnología 305
Tema 13 La inmunología 337

ANEXOS

Anexo A Vocabulario de Biología 365
Anexo B Ejercicios resueltos 395
Anexo C Las diez últimas convocatorias de la PAU, resueltas 451

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

Centro de Estudios ILLICE

PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

BIOLOGÍA

LA CÉLULA: ORGANIZACIÓN, MEMBRANA Y TRANSPORTE

5

Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

1. La teoría celular

La **célula** es la unidad más pequeña capaz de realizar por sí misma las tres funciones vitales: nutrirse, relacionarse y reproducirse. Todo lo que está vivo está hecho de células, y nada que sea menor que una célula está vivo.

Esa afirmación, que hoy parece evidente, tardó dos siglos en construirse. Robert Hooke observó en 1665 unas cavidades en una lámina de corcho y las llamó *cells*, celdas; pero lo que veía eran las paredes vacías de células muertas. Antonie van Leeuwenhoek fue el primero en ver células vivas —glóbulos rojos, espermatozoides, protozoos y bacterias— con lentes que él mismo pulía. La teoría celular propiamente dicha la formularon Matthias Schleiden para los vegetales y Theodor Schwann para los animales, y Rudolf Virchow le puso el cierre.

RECUERDA

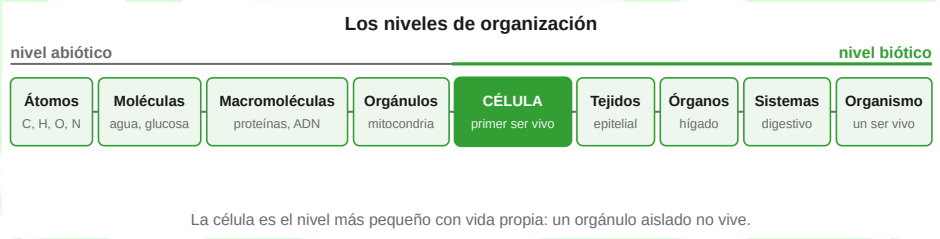
Los cuatro postulados de la teoría celular:

1. **Unidad anatómica.** Todos los seres vivos están formados por una o más células.
2. **Unidad fisiológica.** La célula es capaz de realizar por sí sola todas las funciones vitales.
3. **Unidad de origen.** Toda célula procede de otra célula preexistente, por división (*omnis cellula e cellula*, Virchow).
4. **Unidad genética.** La célula contiene el material hereditario y lo transmite a las células hijas.

El cuarto postulado es un añadido posterior al descubrimiento del ADN, y es el que explica por qué la célula es también la unidad de la herencia. Los virus, que no son células, no cumplen el segundo postulado: no pueden reproducirse por sí mismos, necesitan la maquinaria de una célula. Por eso no se consideran seres vivos.

1.1. Los niveles de organización

La materia viva se ordena en niveles, cada uno construido con piezas del anterior. Los tres primeros son **niveles abióticos**: sus componentes no están vivos aisladamente.



Los niveles de organización de la materia viva. La célula es el primer nivel con vida propia.

2. Las técnicas de estudio de la célula

Casi todas las células son invisibles a simple vista. El ojo humano distingue dos puntos separados por unos 0,2 mm; una célula animal típica mide entre 10 y 30 µm, es decir, entre 0,010 y 0,030 mm. Para verlas hace falta un microscopio, y de qué microscopio se use depende lo que se pueda ver.

2.1. El poder de resolución

El **poder de resolución** es la distancia mínima que debe haber entre dos puntos para que se vean separados. Es la propiedad que de verdad importa: aumentar mucho una imagen borrosa solo produce una imagen borrosa más grande. El poder de resolución depende de la longitud de onda de la radiación

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

que se emplee, y por eso el microscopio electrónico, que usa electrones en lugar de luz, resuelve mil veces mejor.

Microscopía óptica frente a microscopía electrónica

Microscopio óptico	Microscopio electrónico
Radiación: luz visible longitud de onda 400-700 nm	Radiación: haz de electrones longitud de onda mucho menor
Lentes de vidrio	Lentes electromagnéticas
Resolución: 0,2 µm (200 nm)	Resolución: 0,2 nm (MET) 10 nm (MEB)
Aumentos: hasta 1.500-2.000×	Aumentos: hasta 1.000.000×
Muestra: viva o fijada a presión atmosférica	Muestra: muerta, en vacío
Imagen en color, si se tiñe	Imagen en blanco y negro
Se ven: célula entera, núcleo, cloroplastos, pared	Se ven: ribosomas, membranas, crestas, tilacoides

Microscopía óptica y microscopía electrónica. La diferencia decisiva es el poder de resolución.

2.2. El microscopio óptico

Emplea luz visible y un sistema de lentes de vidrio. Permite ver células vivas y en movimiento, y da imágenes en color. Su límite de resolución es de unos 0,2 µm, de modo que se distinguen la célula entera, el núcleo, los cloroplastos, las mitocondrias grandes y la pared celular, pero no los ribosomas ni la membrana plasmática.

Como la mayoría de las estructuras celulares son transparentes, se utilizan colorantes: la hematoxilina tiñe de azul las estructuras ácidas, como la cromatina; la eosina, de rosa las básicas, como el citoplasma. Hay además variantes que evitan la tinción, como el microscopio de contraste de fases, que aprovecha las diferencias de índice de refracción para ver células vivas sin matarlas.

2.3. El microscopio electrónico

Emplea un haz de electrones acelerados y lentes electromagnéticas. Como la muestra tiene que estar en vacío, **no se pueden observar células vivas**, y la imagen que se obtiene es siempre en blanco y negro; el color de las micrografías que aparecen en los libros se añade después. Hay dos tipos, que conviene distinguir:

Microscopio electrónico de transmisión (MET)

El haz atraviesa un corte ultrafino de la muestra, de unos 50 nm, teñido con metales pesados. Da imágenes **planas, del interior** de la célula: es el que muestra las crestas mitocondriales, los tilacoides o las tres capas de la membrana plasmática. Resolución de hasta 0,2 nm.

Microscopio electrónico de barrido (MEB o SEM)

El haz recorre la superficie de la muestra, recubierta de una capa de oro, y se recogen los electrones que rebotan. Da imágenes **en relieve, de la superficie**: es el que muestra el aspecto bicóncavo de un glóbulo rojo o los cilios de un epitelio. Resolución algo menor, del orden de 10 nm.

ERRORES FRECUENTES

- ✕ Confundir **aumento** con **resolución**. Un microscopio óptico de 2.000 aumentos no ve un ribosoma: lo que falla no es el aumento, es la resolución.
- ✕ Decir que el microscopio electrónico «ve mejor porque tiene más aumentos». Ve mejor porque los electrones tienen una longitud de onda mucho menor que la luz visible.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

✕ Atribuir al MEB imágenes del interior celular. Si en la imagen se ven orgánulos cortados, es MET; si se ve el relieve exterior, es MEB.

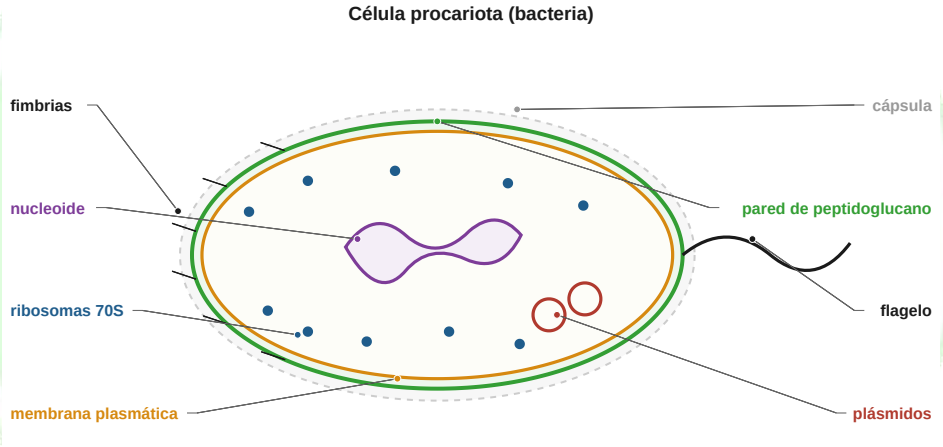
PRÁCTICA RESUELTA 1

En una micrografía se observa, en blanco y negro, el interior de una célula con un orgánulo alargado en cuyo interior se aprecian repliegues de membrana. Indique con qué microscopio se ha obtenido, razone la respuesta y señale una limitación de esa técnica.

1. **Qué se ve.** Repliegues internos de membrana: son crestas mitocondriales, de unas pocas decenas de nanómetros de grosor. El microscopio óptico, con 0,2 µm de resolución, no puede separarlas.
2. **Qué microscopio.** Es un microscopio electrónico. Y, dentro de ellos, de **transmisión**, porque la imagen es plana y del interior de la célula, obtenida sobre un corte ultrafino.
3. **La limitación.** La muestra ha de estar fijada, deshidratada y en vacío, de modo que **la célula está muerta**: no se puede observar ningún proceso dinámico. Además la imagen es en blanco y negro y hay riesgo de artefactos producidos por la preparación.

3. La célula procariota

Las células **procariotas** son las de las bacterias y las arqueas. Su rasgo definitorio es negativo: **no tienen núcleo**, es decir, su ADN no está separado del citoplasma por una envoltura membranosa. Tampoco tienen orgánulos membranosos. Son pequeñas, entre 1 y 10 µm, y su organización es sencilla.



Estructura de una célula procariota (bacteria).

De fuera adentro se distinguen:

- La **cápsula**, una envuelta mucosa de polisacáridos que no todas las bacterias poseen. Protege de la desecación y de la fagocitosis, y en las bacterias patógenas es un factor de virulencia.
- La **pared celular**, de **peptidoglucano** o mureína, un polímero de azúcares unido por cadenas cortas de aminoácidos. Da forma y resiste la presión osmótica interna. Su grosor y composición separan a las bacterias grampositivas, con una pared gruesa que retiene el colorante de Gram, de las gramnegativas, con una pared fina y una membrana externa adicional.
- La **membrana plasmática**, que en las procariotas hace además el trabajo que en las eucariotas hacen las mitocondrias y los cloroplastos: en ella se alojan las cadenas de transporte de electrones. A veces se repliega hacia dentro formando **mesosomas**.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

- El **citoplasma**, con ribosomas 70S —más pequeños que los 80S de las eucariotas— e inclusiones de reserva.
- El **nucleoide**, la zona donde se encuentra el cromosoma bacteriano: una molécula de ADN circular, bicatenaria y desnuda, sin histonas. Además puede haber **plásmidos**, pequeños ADN circulares independientes que llevan genes accesorios, como los de resistencia a antibióticos.
- Apéndices externos: **flagelos** de movimiento, de estructura completamente distinta a la de los flagelos eucariotas, y **fimbrias** o pelos de adhesión, entre los que está el pelo sexual que interviene en la conjugación.

> La diferencia entre los ribosomas 70S bacterianos y los 80S humanos es la base de buena parte de los antibióticos. La estreptomicina, las tetraciclinas y el cloranfenicol se unen al ribosoma 70S y bloquean la síntesis de proteínas de la bacteria sin tocar la de nuestras células. La penicilina actúa sobre otra diferencia: impide la formación de los enlaces cruzados del peptidoglucano, que las células humanas no tienen.

4. La célula eucariota

Las células **eucariotas** —las de protozoos, algas, hongos, plantas y animales— tienen el ADN encerrado en un **núcleo** delimitado por una envoltura y un citoplasma compartimentado en **orgánulos membranosos**. Son mucho mayores, entre 10 y 100 µm, y esa compartimentación es lo que les permite serlo: al separar los procesos incompatibles en compartimentos distintos, una célula grande puede mantener a la vez reacciones que se estorbarían.

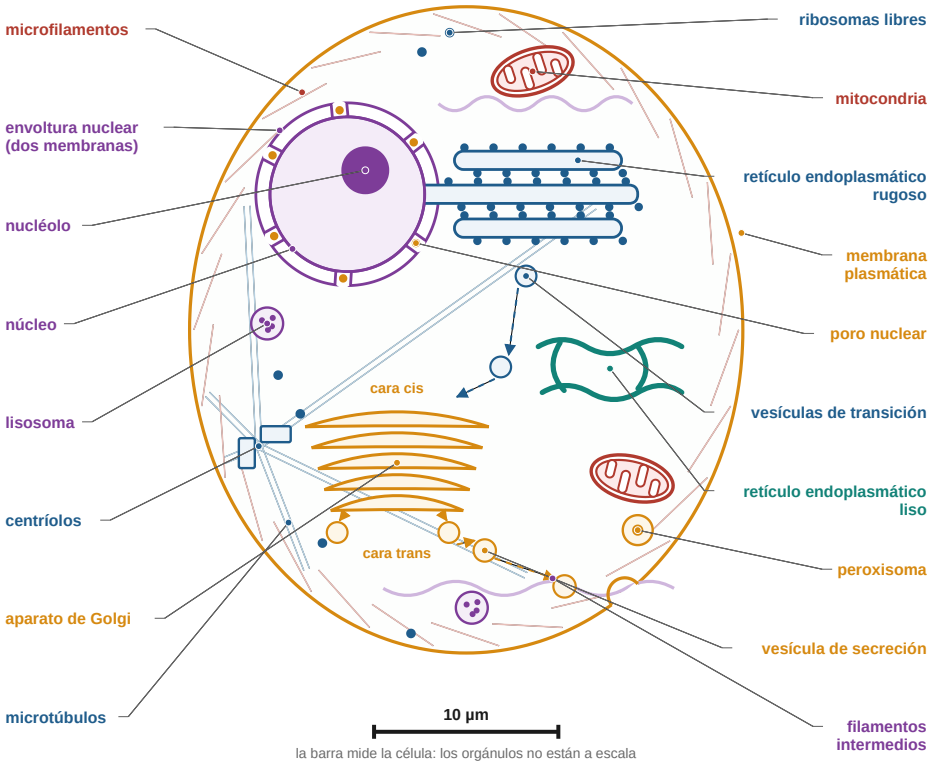
Célula procariota y célula eucariota

Procariota	Eucariota
Sin núcleo: ADN en el nucleoide	Núcleo con envoltura doble
ADN circular, desnudo, único	ADN lineal, con histonas, múltiple
Sin orgánulos membranosos	Orgánulos membranosos
Ribosomas 70S	Ribosomas 80S (70S en mitocondrias y cloroplastos)
Tamaño: 1-10 µm	Tamaño: 10-100 µm
Pared de peptidoglucano (bacterias)	Pared de celulosa (vegetales) o quitina (hongos); animales sin pared
División por bipartición	División por mitosis o meiosis
Siempre unicelular	Unicelular o pluricelular

Célula procariota y célula eucariota: las diferencias principales.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

4.1. La célula animal

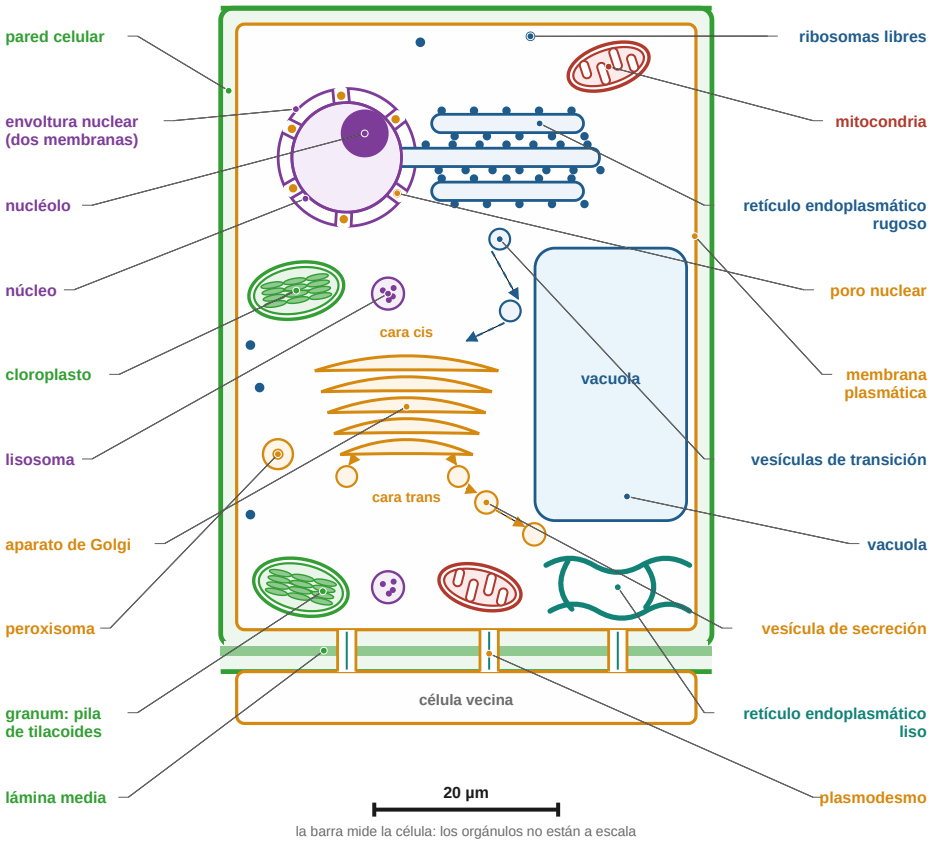


Célula animal. La envoltura nuclear son dos membranas atravesadas por poros; la externa se continúa con las cisternas del retículo rugoso. Las flechas discontinuas siguen el camino de una proteína de secreción: retículo → vesícula de transición → cara cis del Golgi → cara trans → vesícula de secreción → membrana plasmática. Del citoesqueleto se ven los microtúbulos que parten del centro organizador, la malla cortical de microfilamentos y dos filamentos intermedios.

La célula animal no tiene pared: la forma se la da el **citoesqueleto**, una armazón de fibras de proteína que además sostiene los orgánulos en su sitio y sirve de raíl al transporte interno. El núcleo está delimitado por una **envoltura de dos membranas** atravesada por poros, y de la membrana externa de esa envoltura salen las cisternas del **retículo endoplasmático rugoso**: envoltura y retículo son una misma red de membranas. De ahí arranca el **sistema endomembranoso**, el conjunto de compartimentos comunicados entre sí por vesículas —retículo, aparato de Golgi, vesículas de secreción, lisosomas y la propia membrana plasmática—, por el que circulan las proteínas que la célula exporta. Las **mitocondrias** no forman parte de esa red: tienen su propia doble membrana, su ADN y sus ribosomas, y se dividen por sí mismas.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

4.2. La célula vegetal



Célula vegetal. Obsérvense la pared, la vacuola y los cloroplastos, con sus grana, que la animal no tiene. Abajo, el tabique que la separa de la célula de al lado: las dos paredes y, entre ellas, la lámina media que las pega. Los plasmodesmos lo atraviesan y dejan los dos citoplasmas en contacto.

Las diferencias entre la célula animal y la vegetal se reducen a cinco, y conviene saberlas en los dos sentidos:

Diferencias entre la célula animal y la célula vegetal.

Estructura	Animal	Vegetal	Consecuencia
Pared celular de celulosa	No	Sí	La vegetal tiene forma fija y resiste la turgencia
Cloroplastos	No	Sí	La vegetal de las partes verdes es fotosintética
Vacuola central grande	No (pequeñas)	Sí	Mantiene la turgencia y almacena
Centríolos	Sí	No (en plantas superiores)	El huso se organiza igual, sin centríolos
Lisosomas	Sí, abundantes	Escasos	La digestión la asume la vacuola

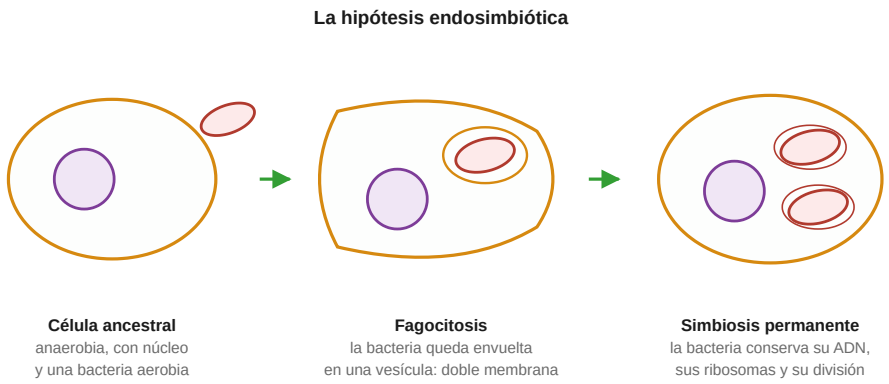
ERRORES FRECUENTES

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

- ✕ Decir que la célula vegetal no tiene mitocondrias porque tiene cloroplastos. Las tiene: la planta también respira, día y noche.
- ✕ Decir que la pared celular vegetal es igual que la bacteriana. Una es de celulosa; la otra, de peptidoglucano.
- ✕ Poner centríolos en la célula vegetal. En las plantas superiores no los hay, y el huso acromático se forma igualmente.

5. El origen de la célula eucariota: la teoría endosimbiótica

La **teoría endosimbiótica**, propuesta por Lynn Margulis, explica el origen de las mitocondrias y los cloroplastos: proceden de bacterias de vida libre que fueron fagocitadas por una célula ancestral y, en lugar de ser digeridas, quedaron dentro de ella estableciendo una simbiosis permanente. Las mitocondrias derivarían de bacterias aerobias; los cloroplastos, de cianobacterias fotosintéticas.



La hipótesis endosimbiótica para el origen de mitocondrias y cloroplastos.

RECUERDA

Las pruebas de la endosimbiosis:

- Tienen **doble membrana**: la interna sería la de la bacteria original y la externa, la vesícula de fagocitosis de la célula huésped.
- Tienen **ADN propio, circular y sin histonas**, como el bacteriano.
- Tienen **ribosomas 70S**, como los de las bacterias, y sintetizan algunas de sus propias proteínas.
- Se **dividen por bipartición**, con independencia de la división de la célula que los contiene.
- Su tamaño es el de una bacteria, entre 1 y 5 µm.
- Algunos antibióticos que bloquean el ribosoma bacteriano afectan también a la síntesis proteica mitocondrial.

6. La membrana plasmática

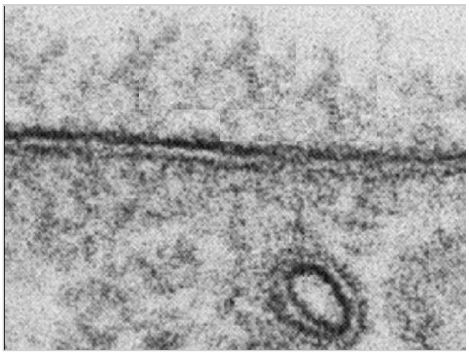
La **membrana plasmática** es la lámina que separa el citoplasma del medio exterior. Tiene unos 7,5 nm de grosor y está formada por lípidos, proteínas y glúcidos. En el microscopio electrónico de transmisión se ve como una **estructura trilaminar**: dos bandas oscuras y una clara entre ellas, que corresponden a las cabezas polares y a las colas hidrófobas de los lípidos.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice

6.1. La composición

Lípidos (en torno al 40 % de la masa)

Sobre todo **fosfolípidos**, moléculas anfipáticas con una cabeza polar hidrófila y dos colas apolares hidrófobas. En medio acuoso se disponen espontáneamente en **bicapa**, con las cabezas hacia fuera y las colas enfrentadas hacia dentro: es la disposición que minimiza el contacto de las colas con el agua. Hay además glucolípidos, siempre en la cara externa, y **colesterol** en las membranas animales.



Membrana plasmática al microscopio electrónico de transmisión. La línea oscura que cruza la imagen es en realidad doble: dos bandas oscuras con una clara en medio. Las oscuras son las cabezas polares, donde se fija el metal pesado del contraste; la clara son las colas hidrófobas, que no lo fijan. El esquema dibuja la bicapa; esta imagen la enseña.

Proteínas (en torno al 50 %)

Integrales o intrínsecas, que atraviesan total o parcialmente la bicapa y solo se separan rompiéndola; y **periféricas o extrínsecas**, adosadas a una de las caras, que se desprenden con tratamientos suaves. Son las responsables de casi todas las funciones de la membrana: transporte, reconocimiento, catálisis y anclaje.

Glúcidos (entre el 2 y el 10 %)

Oligosacáridos unidos a lípidos o a proteínas, **siempre en la cara externa**. Forman el **glucocáliz**.

6.2. El modelo del mosaico fluido

El modelo actual no se improvisó: es el final de una serie de experimentos. En 1925, Gorter y Grendel extrajeron los lípidos de las membranas de un número conocido de glóbulos rojos y los extendieron sobre agua hasta formar una capa de una sola molécula de espesor. La superficie que ocupaban era aproximadamente **el doble** de la superficie de las células de las que procedían, y de ahí dedujeron que los lípidos de la membrana están dispuestos en **dos capas**. Diez años después, Davson y Danielli propusieron que esa bicapa iba recubierta por sus dos caras con láminas continuas de proteína, como un bocadillo.

El modelo del bocadillo se abandonó por dos razones. La primera es que las proteínas de membrana son **anfipáticas**, de modo que no pueden estar extendidas en láminas sobre una superficie polar: tienen que tener partes metidas en la zona hidrófoba. La segunda es experimental: al congelar una membrana y romperla por su plano medio —la técnica de la **criofractura**—, la cara expuesta no es lisa, sino que aparece sembrada de **partículas globulares** incrustadas dentro de la bicapa. Esas partículas son las proteínas integrales.

El modelo vigente lo propusieron Singer y Nicolson en 1972. Sus dos ideas están en el nombre:

- **Mosaico**: las proteínas no forman capas continuas sobre la bicapa, sino que están embebidas en ella como las teselas de un mosaico, y se distribuyen de manera irregular.
- **Fluido**: los componentes no están fijos. Los lípidos se desplazan lateralmente con gran rapidez y giran sobre sí mismos; el cambio de una monocapa a la otra, llamado *flip-flop*, es en cambio rarísimo, porque obliga a la cabeza polar a atravesar la zona hidrófoba.

© Juan Marcos Sanmartín · Centro de Estudios Illice · Uso personal · Prohibida su distribución
Muestra gratuita · Centro de Estudios Illice