

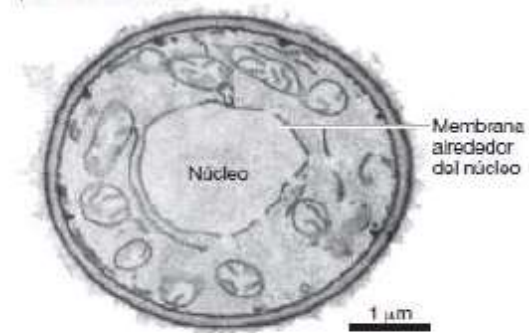
# Estructura y Función de Microbios

Alejandra Mussi

# Características comunes de células procariotas y eucariotas

- Información hereditaria en el **ADN (Ácido desoxirriboNucleico)**.
- **Membrana plasmática** que las separa de su entorno y un compartimiento acuoso en su interior.
- **Citoplasma** que contiene un tipo de orgánulo fundamental para la síntesis de proteínas, los **ribosomas**.

(a) Las células eucariotas tienen un núcleo rodeado por una membrana.



(b) Las células procariotas no tienen un núcleo rodeado por una membrana.

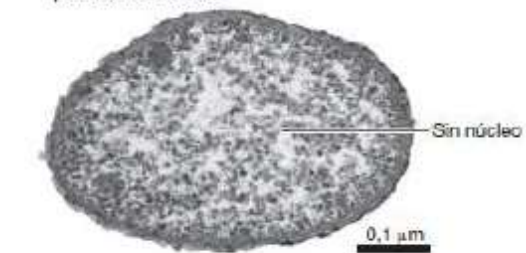


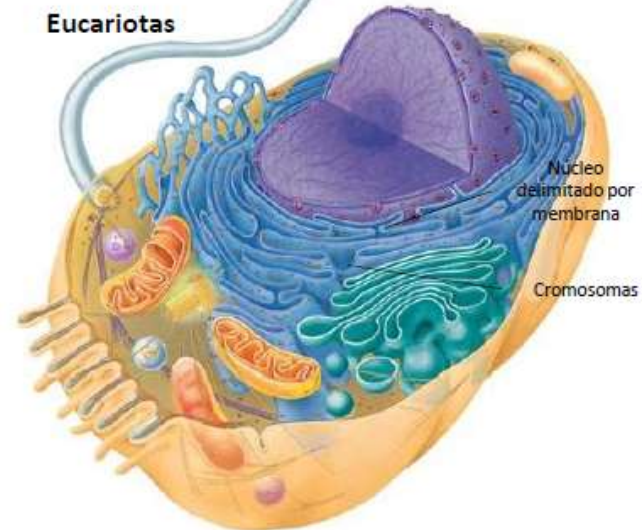
FIGURA 1.6 Eucariotas y procariotas.

● EJERCICIO Estudia las cotas de la escala y dibuja dos óvalos que representen fielmente el tamaño relativo de una célula eucariota y otra procariota.

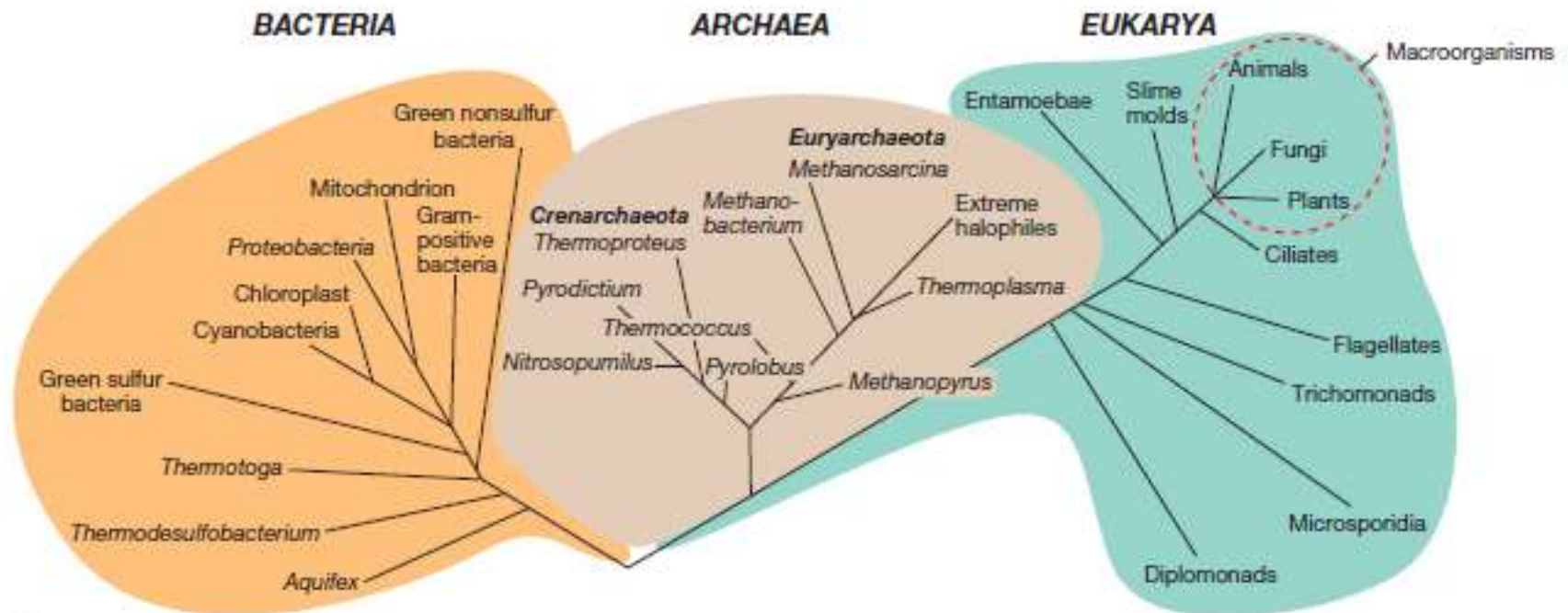
## Diferencias entre células procariotas y eucariotas



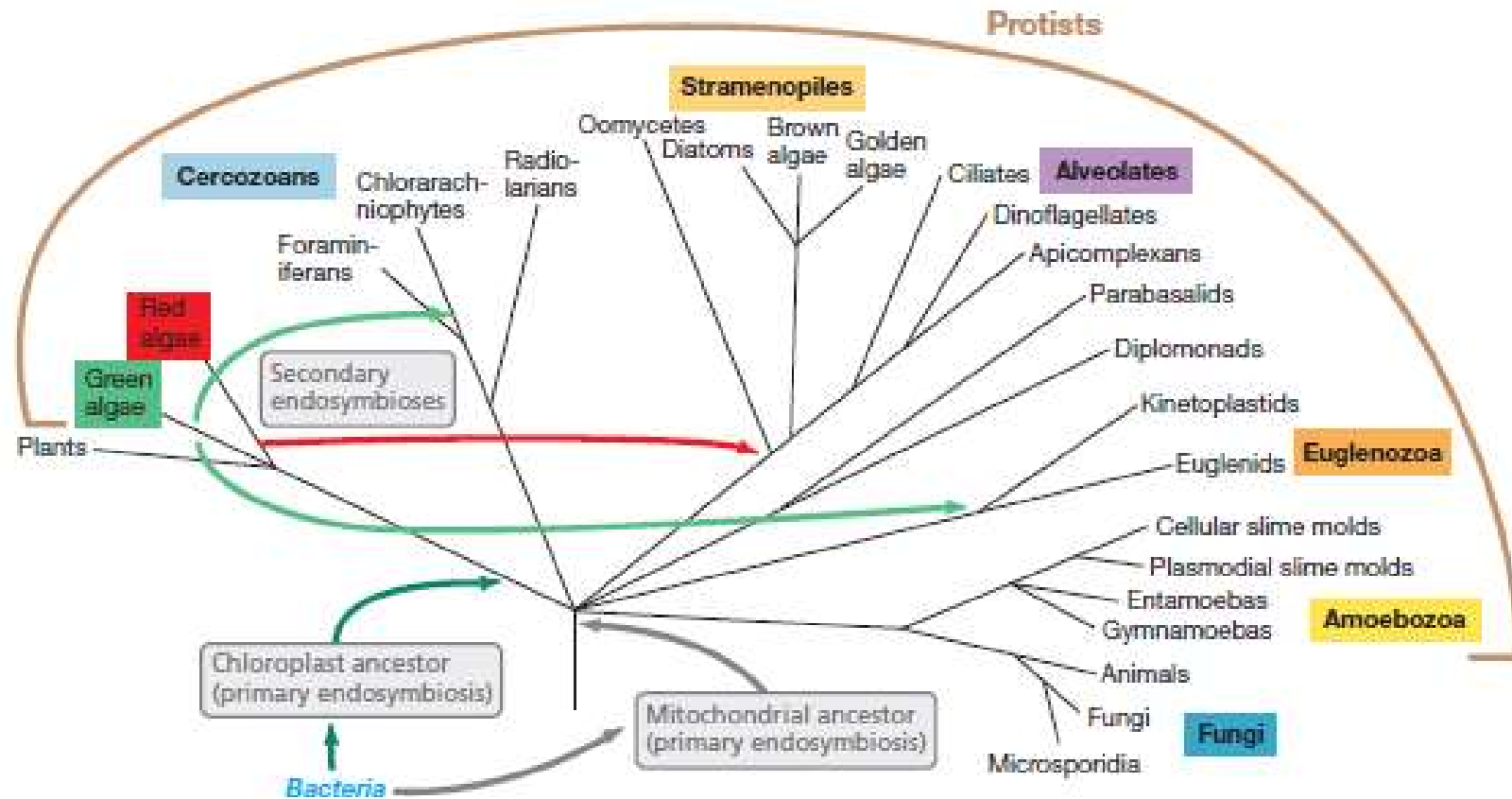
- Ausencia de núcleo
- Cromosoma circular
- Ausencia de organelas
- Menor Tamaño
- Mayor complejidad bioquímica
- Organismos unicelulares
- Pared celular (peptidoglicano en bacterias)
- Ausencia de citoesqueleto



- Presencia de núcleo
- Cromosomas lineales
- Organelas
- Mayor tamaño
- Mayor complejidad estructural
- Uni o pluricelulares
- Diversas formas de matriz
- Presencia de citoesqueleto complejo



Protists include both phototrophic and nonphototrophic microbial eukaryotes. These organisms are widely distributed in nature, exhibit a wide range



Chloroplast ancestor (primary endosymbiosis)

Mitochondrial ancestor (primary endosymbiosis)

Bacteria

Cercozoans

Stramenopiles

Alveolates

Euglenozoa

Amoebozoa

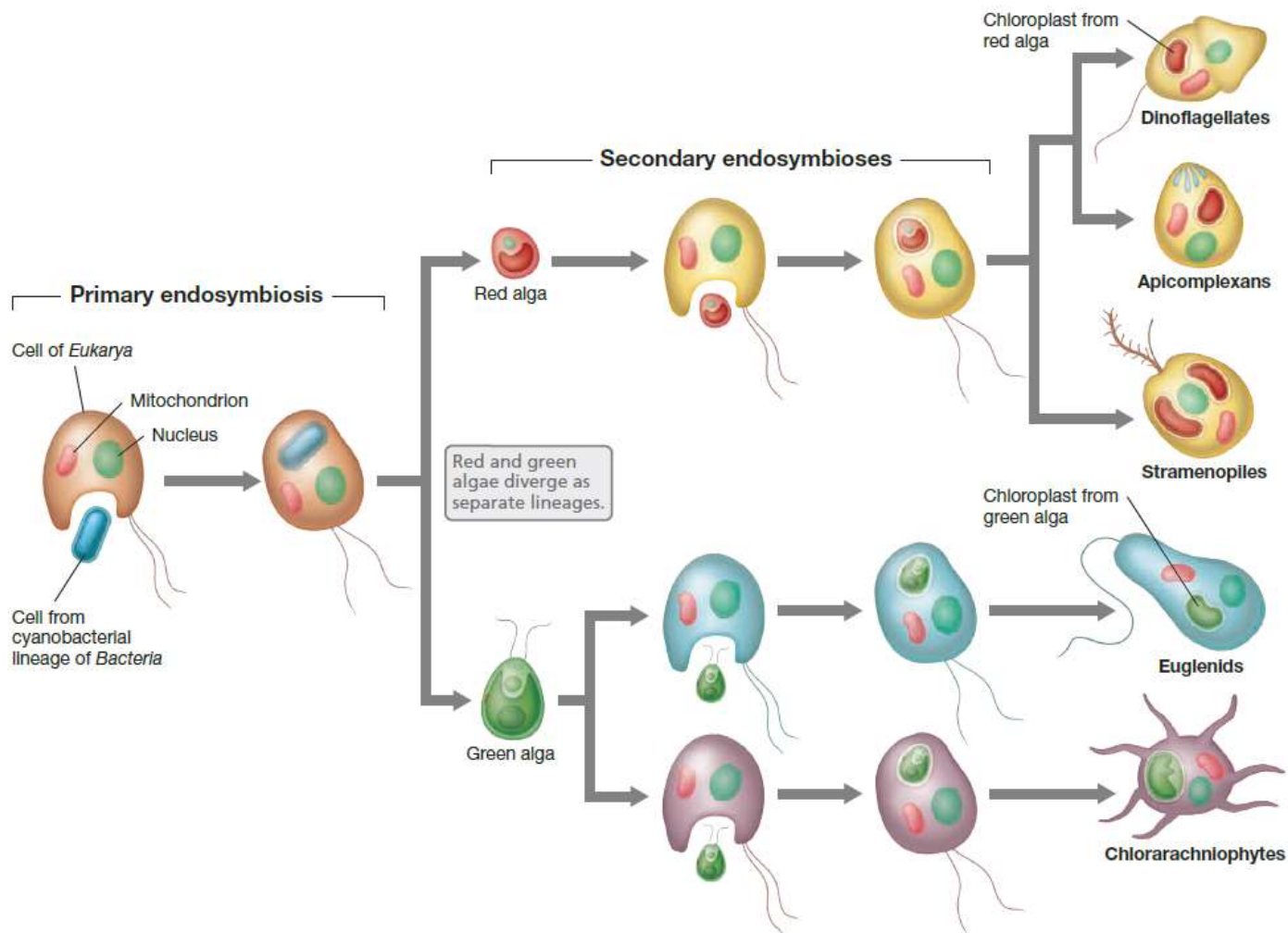
Fungi

Green algae

Red algae

Plants

## Endosimbiosis primaria y secundaria: el ejemplo de los protistas



**Figure 17.2 Endosymbioses.** Following primary endosymbiotic association(s) leading to the mitochondrion, primary endosymbioses with photosynthetic *Bacteria* led to the red and green algae. Secondary symbioses of green and red algae spread the property of photosynthesis to many independent lineages of protists.

## Unidad 3: Estructura celular en procariotas



Descripción de la estructura de la célula procariota. Pared celular. Bacterias monodermas (Gram-positivas) y didermas (Gram-negativas). Peptidoglicano o mureína. Membrana plasmática. Citoplasma. Nucleoide. Ribosomas. Inclusiones citoplasmáticas. Apéndices de superficie: pili y flagelos. Polisacáridos de superficie. Detalle de la biosíntesis de la mureína con descripción de los antibióticos que la afectan. Descripción del ciclo celular bacteriano. Conceptos de diferenciación celular bacteriana: Bacillus y la formación de esporas bacterianas. Otros ejemplos de diferenciación celular en bacterias: actinomicetos, rizobios, cianobacterias.

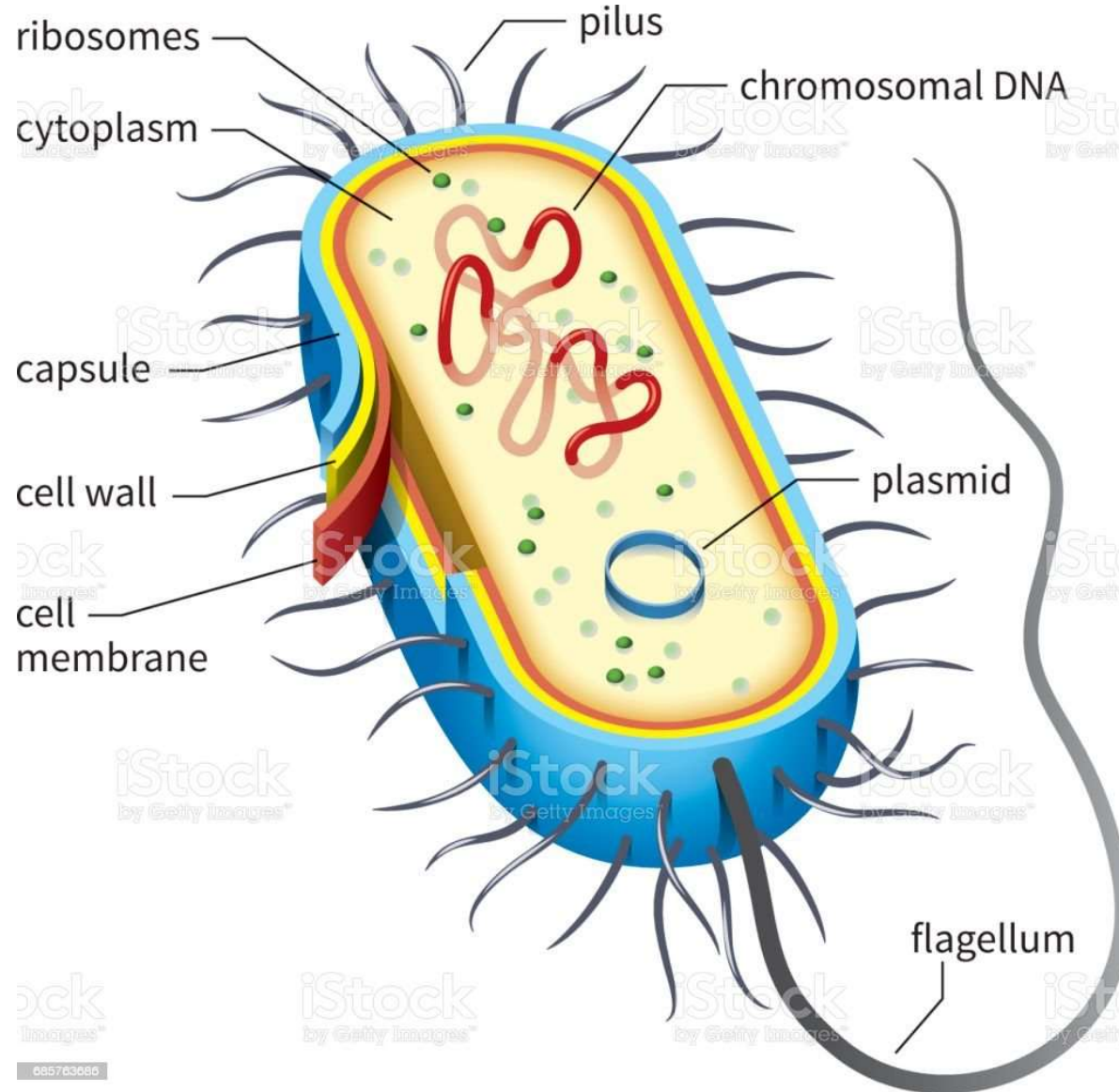
# **Características generales de los procariotas**

## **Objetivos de estas clases**

**Conocer la relación entre la estructura y función de los procariotas tiene como objetivo comprender su diversidad, investigar la biología celular básica, explorar la fisiología microbiana .**

**Estos conocimientos son indispensables para el desarrollo de la microbiología aplicada**

# Elementos estructurales de las bacterias





Coccus



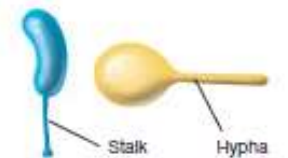
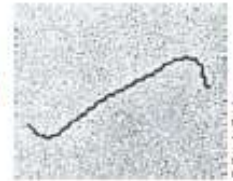
Rod



Spirillum



Spirochete



Budding and appendaged bacteria



Filamentous bacteria



Los procariotas varían en tamaño desde células tan pequeñas como aproximadamente  $0,2 \mu\text{m}$  de diámetro hasta aquellas de más de  $700 \mu\text{m}$  de diámetro.

# El citoplasma bacteriano. Altamente concurrido!

El citoplasma bacteriano es un sistema coloidal compuesto por agua y diversas sustancias en solución (citosol) y la fase dispersa son macromoléculas y conjuntos supramoleculares. Delimitado por la membrana citoplásmica.

En su interior se albergan con localización específica:

nucleoide

plásmidos

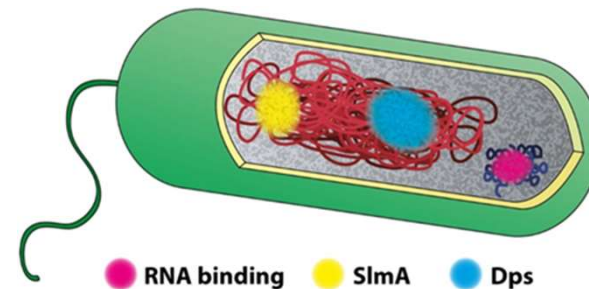
ribosomas

inclusiones (no en todas)

orgánulos (no en todas)

citoesquelto

No organelas



Tiene una microestructura extensa: **Microcompartimentos** bacterianos, cuerpos de inclusión, gránulos e incluso algunas vesículas unidas a la membrana. Tbm pueden organizar su citoplasma utilizando un mecanismo adicional: **orgánulos sin membrana** con separación de fases, una estrategia comúnmente utilizada por los eucariotas.

La evidencia reciente muestra que los **ARN también localizan** específicamente dentro de las células bacterianas, aumentando la posibilidad que la expresión génica está organizada espacialmente

# Nucleoide

Contiene el ADN genómico, proteína y ARN.

No está envuelto por membrana.

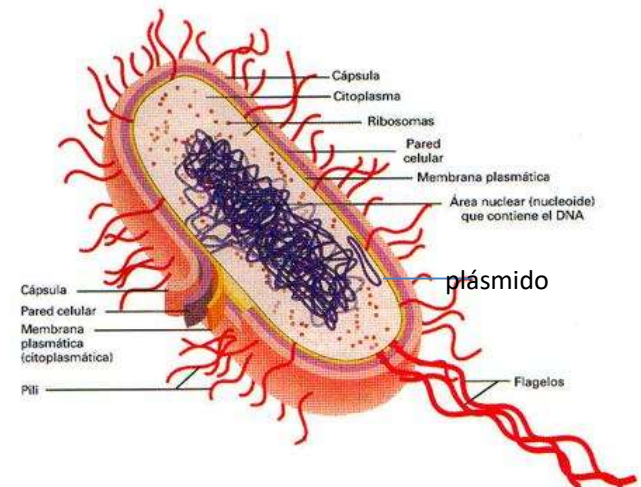
La mayoría de las bacterias tiene un solo cromosoma circular, algunas tienen cromosoma lineal o mas de un cromosoma.

Estructura superenrollada.

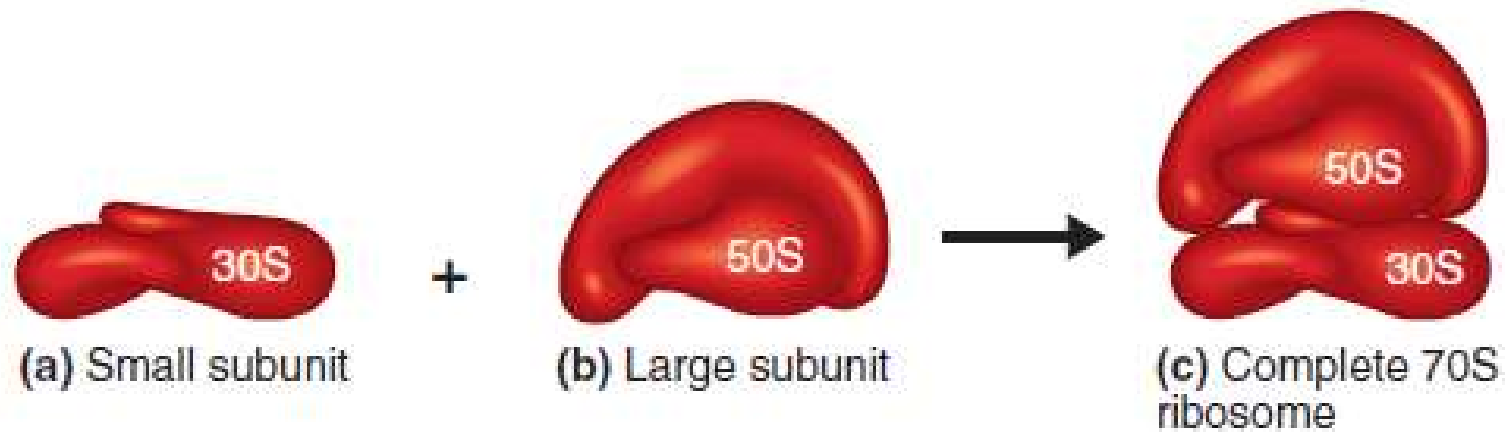
Presenta proteínas estructurales pero no histonas

Se encuentra anclado a al membrana por el mesosoma a nivel del origen de replicación ( OriC)

Puede contener plásmidos que no son esenciales para la vida de la bacteria



# Ribosoma procariota



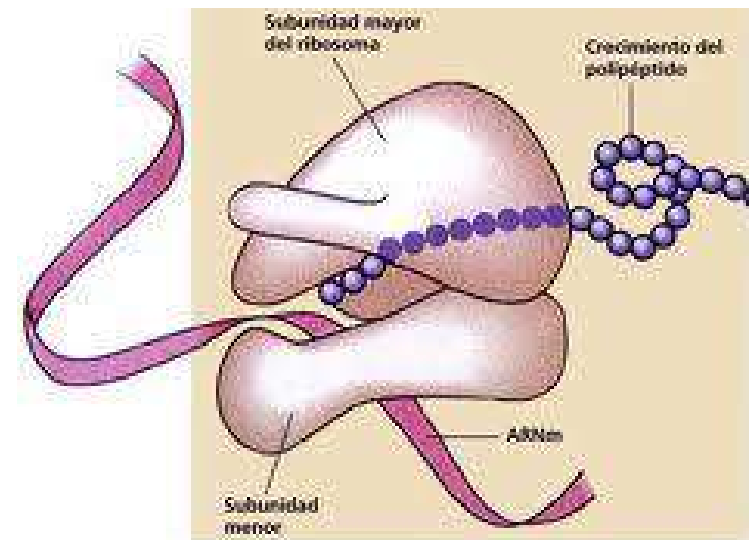
Sitio de síntesis de proteínas

**la transcripción y la traducción están estrechamente acopladas en procariontas**

Dan la apariencia granulosa al citoplasma

El ribosoma está compuesto de un 63% de ARN un 37% de proteínas.

Coficiente de sedimentación de 70S



# Inclusiones

## 1-De reserva

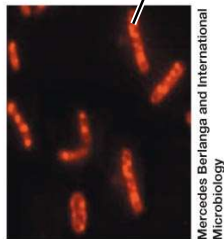
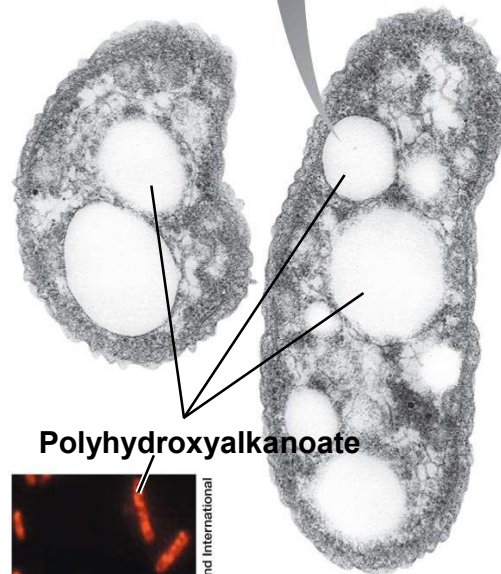
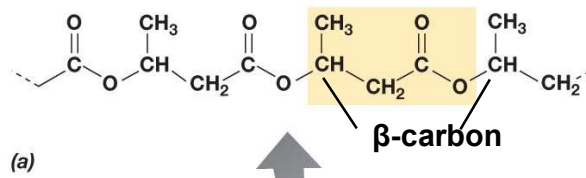
- ❖ Gránulos de almacenamiento: orgánicos e inorgánicos: rodeados o no de una envoltura protéica

## 2-Otros

- ❖ Vesículas de gas – flotación
- ❖ Magnetosomas
- ❖ Clorosomas
- ❖ Carboxisomas
- ❖ Cristales paraespolares



# Polihidroxibutirato, polihidroxialcanoatos (PHBs, PHA)



(b)

F. R. Turner and M. T. Madigan

## Polímero lipídico producidos en varias bacterias y arqueas

Se producen cuando hay exceso de C y poco **P y N**

Rodeado de membrana simple de proteínas

Visibles al microscopio

Es la fuente de E para el inicio de esporulación en *Bacillus*

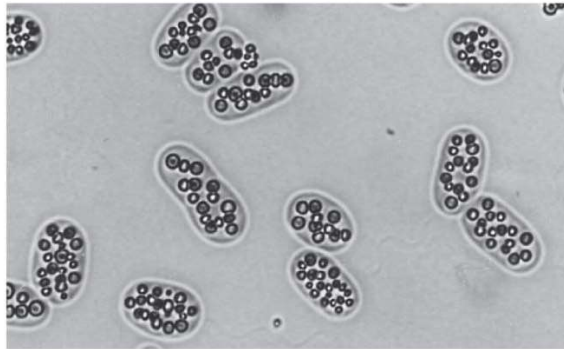
Cadena hidrocarbonada variable

C4-a C18 polihidroxialcanoato( PHA)

**Reserva osmóticamente inerte de carbono y energía**

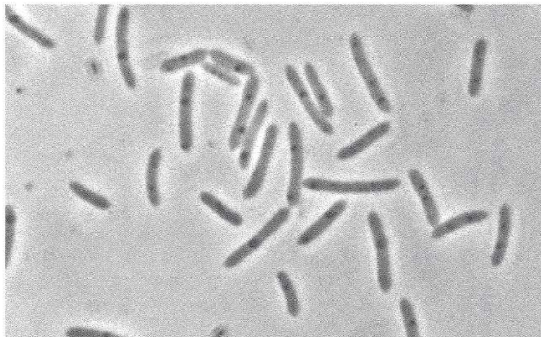
**Aplicaciones médicas son productos plásticos biodegradables**

# Gránulos y glóbulos



Norbert Pfennig

(b)



M.T. Madigan

(a)

**Gránulos o glóbulos de S:** -en las purpúras del azufre (que usan el  $\text{SH}_2$  como dador de electrones para la fotosíntesis); -bacterias filamentosas no fotosintéticas como *Beggiatoa*, *Thiomargarita* o *Thiothrix*, es dador de electrones para sus oxidaciones.

El  $\text{SH}_2$  es oxidado a ( $\text{S}^0$ ), que se acumula como glóbulos muy refringentes y rodeados de envuelta proteica. Estos glóbulos son transitorios, ya que el  $\text{S}^0$  se reutiliza por oxidación hasta sulfato, cuando en el medio se agota el sulfuro

**Polifosfatos:** Se denominan también gránulos de volutina o metacromáticos. Efecto de cambio de color cuando se tiñen con los colorantes básicos azul de toluidina o azul de metileno, se colorean de rojo. A microscopio electrónico aparecen muy densos a los electrones. Son fuente de Energía

## Gránulos de glucógeno

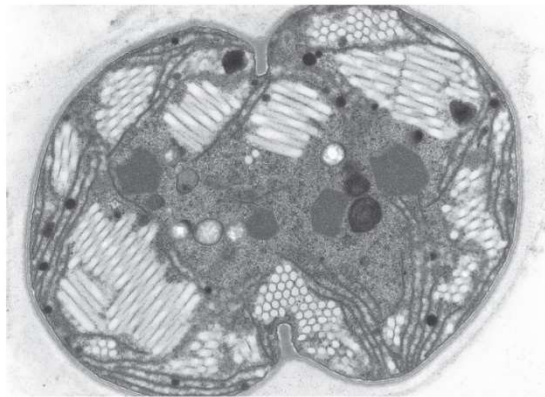
Fuente de C y energía, polímero de poli glucosa  
Se acumula en condiciones de bajo N y alto C  
No esta rodeado de membrana

## Orgánulos citoplasmáticos



(a)

A. E. Walsby



(b)

S. Pellegrini and M. Grilli Caiola

Agrupaciones en forma de bandas

## Vacuolas de Gas: flotabilidad

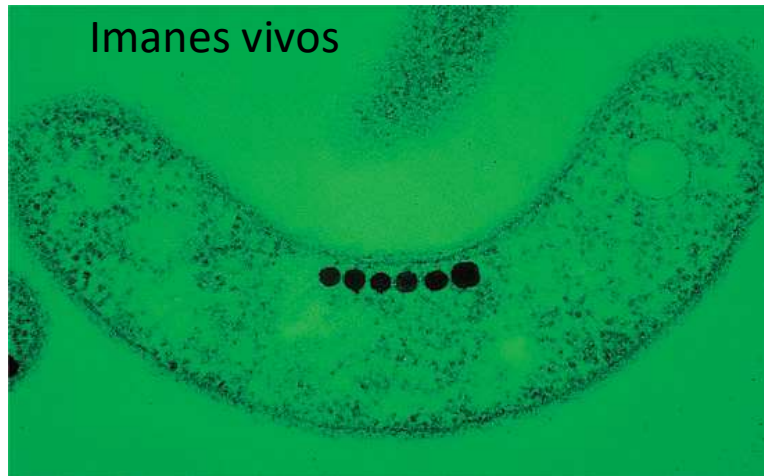
En bacterias fotótrofas, muy refringentes. Rodeado de una monocapa de proteína que dan un aspecto de bandas (“costillas”). Esta envoltura es impermeable al agua, pero permeable a los gases. Están constituidas por dos tipos de proteína: GvpA pequeña rígida y muy hidrófoba resistencia a presiones externas. La proteína minoritaria GvpC tiene como función reforzar las vesículas de gas.

La función de estas vacuolas es mantener un **grado de flotabilidad óptimo ( nado)** para acceder a nutrientes, luz y O<sub>2</sub>

Las vacuolas de gas son muy frecuentes en eubacterias fotótrofas (Cianobacterias y bacterias fotosintéticas purpúreas y verdes); y en arqueas (*Halobacterium*, algunas metanógenas) y en bacterias prostecadas (*Ancalomicrobium*, *Prosthecomicrobium*).

# Magnetosomas

## Orgánulos citoplasmáticos



*Magnetospirillum magnetotacticum*  
Magnetosomas dispuestos en cadena

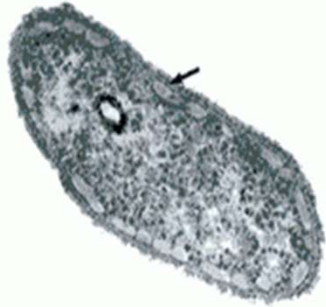


Magnetosomas, sensores del campo magnético, en bacterias acuáticas son inclusiones de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), lo que les permite orientarse en los campos magnéticos. Utilizan su brújula magnética para elegir los ambientes favorables para su crecimiento.

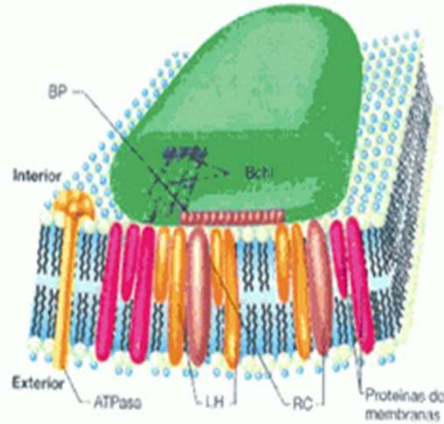


Migración (nado) ondulante de las bacterias bajo la acción de un campo magnético. Estas bacterias presentan un movimiento dirigido según las líneas del campo magnético, que se denomina **magnetotaxis**.

## Orgánulos citoplasmáticos

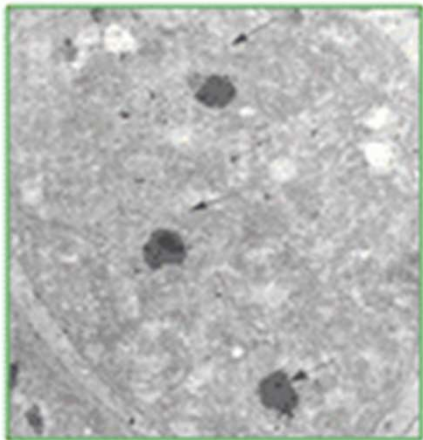


*Chloroflexus*



## Clorosomas

Vesículas situadas debajo de la MC de las bacterias fotosintéticas, rodeadas de cubierta proteica contiene pigmentos antena para la fotosíntesis en bacteria verdes del S y no del S. Contiene los pigmentos fotosintéticos pero el centro de reacción fotosintético está en la membrana

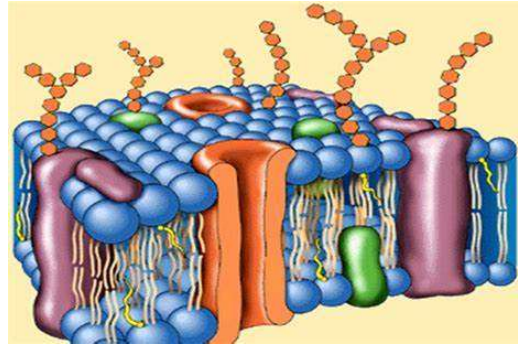


*Chlorogeopsis fritschii*

## Carboxisomas

Cuerpos proteínicos presentes en bacterias que utilizan CO<sub>2</sub> como fuente de C, es acumulo de la enzima RuBisCo. Aumentan la fijación de CO<sub>2</sub>.

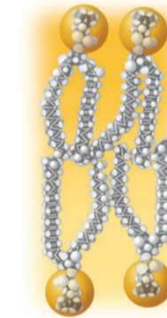
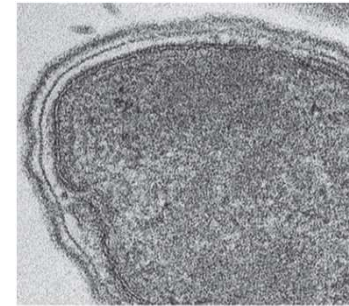
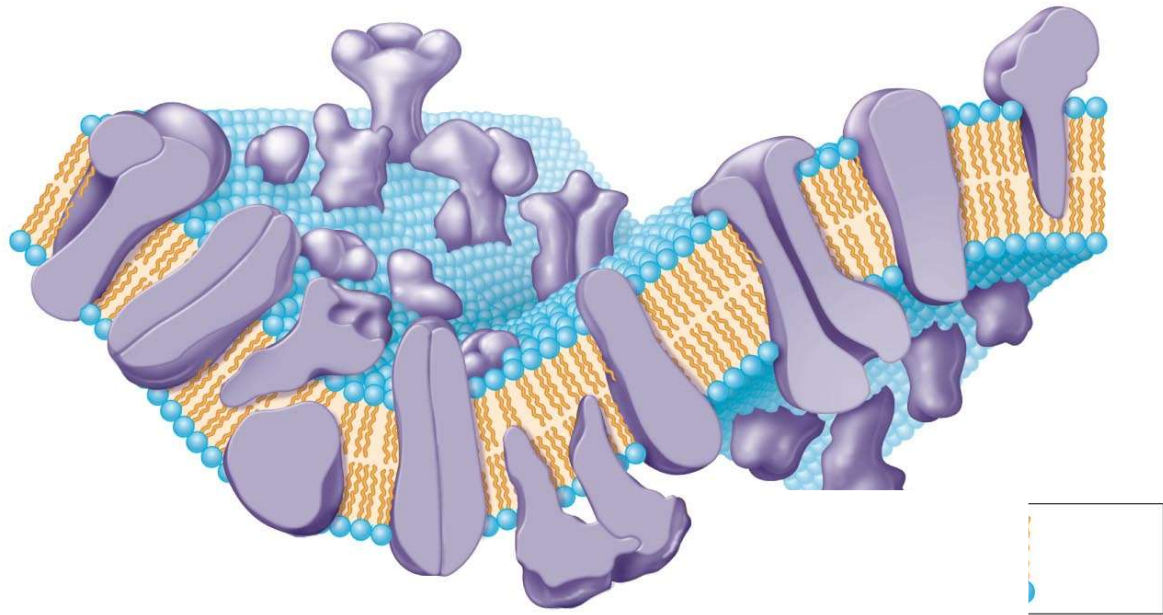
# Membrana plasmática



- Estructura: Composición química
- Función: permeabilidad selectiva
- generación de energía
- transporte de nutrientes

<https://www.ibiology.org/biochemistry/membrane-transport-proteins/>

# Composición química de la MP



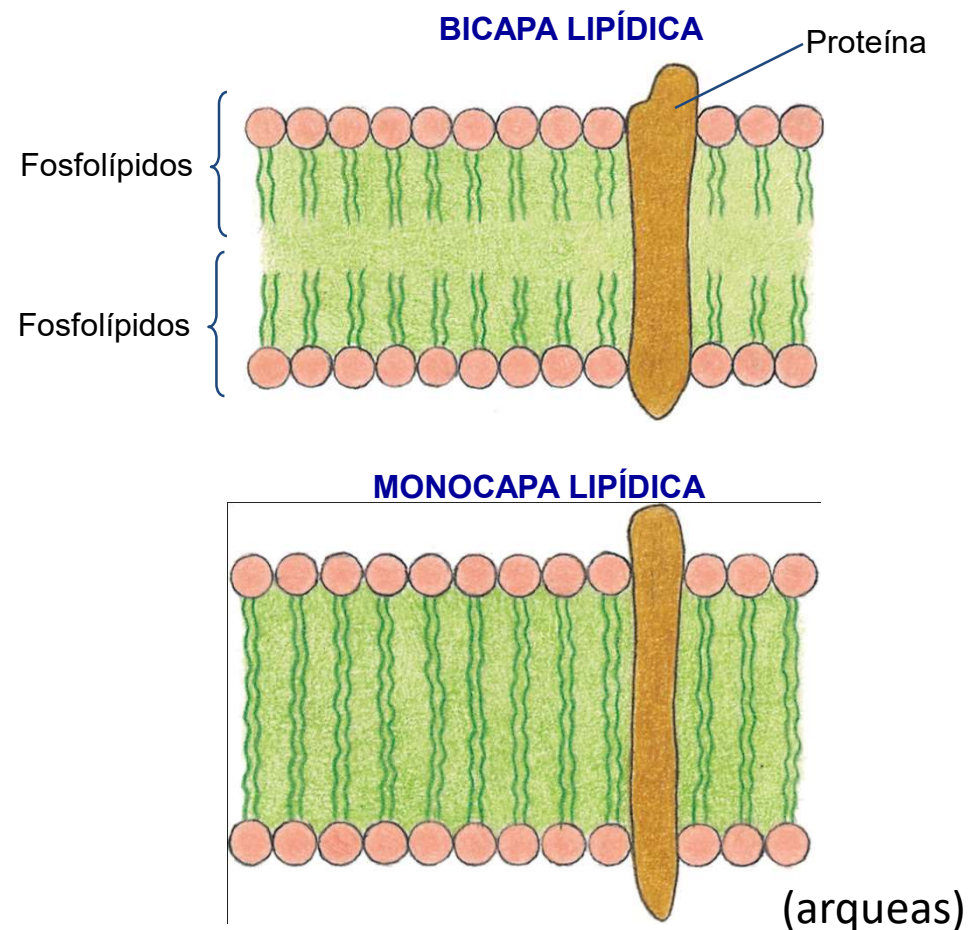
Modelo de mosaico fluido

Compuesta por fosfolípidos y proteínas en un **mosaico fluido**. Constituye una  **fina bicapa lipídica** de unos 8 nm de espesor **similar a eucariotas** pero con distintos tipos de lípidos: **mantiene la integridad celular** y es altamente selectiva. La membrana **delimita el territorio de la célula y controla el contenido químico de la célula**.

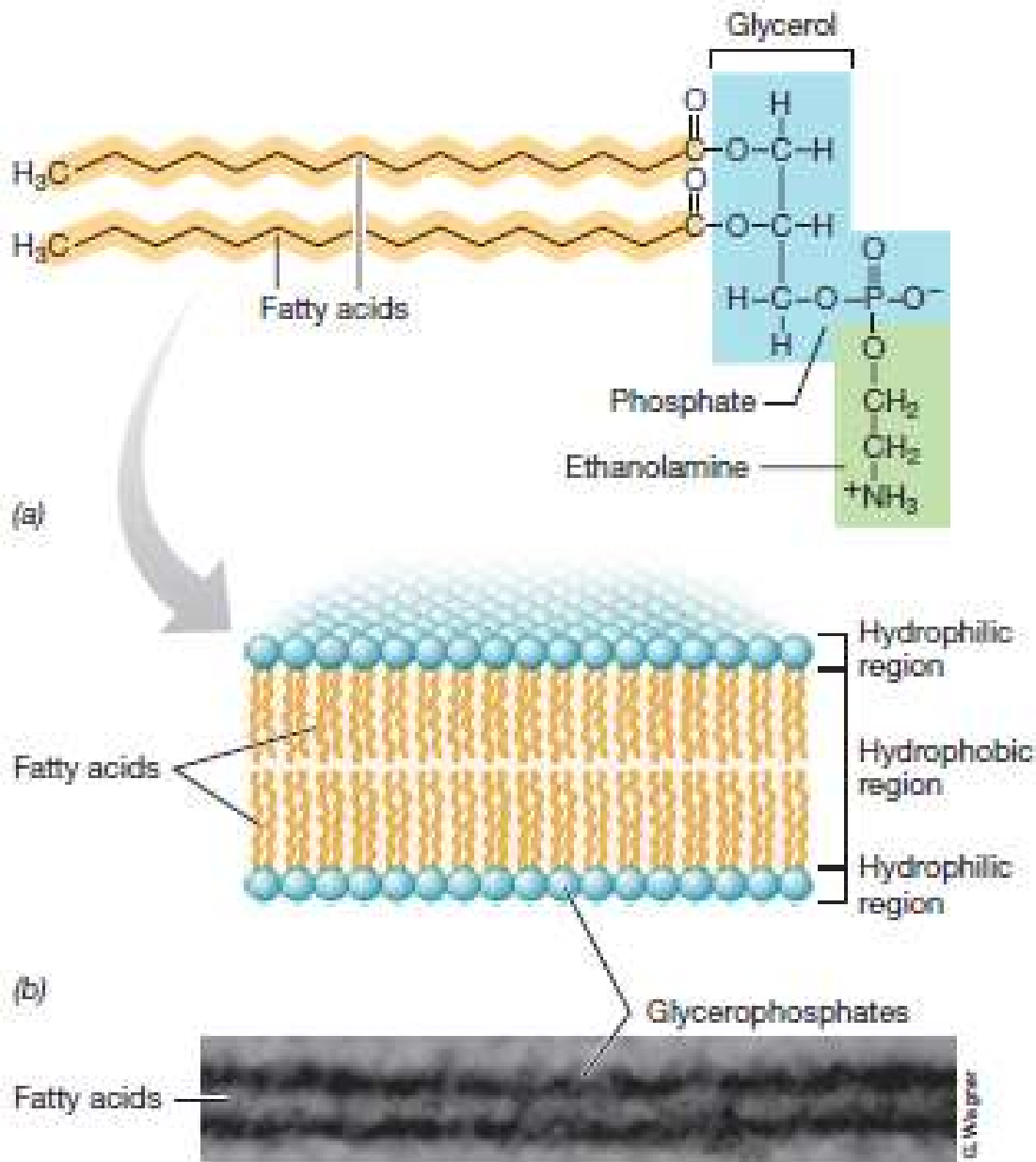
# La membrana plasmática en procariontas

- **No tiene colesterol.** Muchas bacterias contienen hopanoides
- Los fosfolípidos mas comunes son PE, PG, CL y PC en algunas
- Algunas bacterias tienen isoprenoides en lugar de ácidos grasos (AG)
- En algunas las cadenas hidrofóbicas de cada lado se unen covalentemente entre sí formando una monocapa.
- Las únicas que contiene colesterol son los *Mycoplasmas* que lo toman del huésped

## ESTRUCTURA



# Los lípidos en bacterias



-Fosfolípidos están compuestos por 2 ácidos grasos esterificados por unión ESTER en los dos grupos OH de glicerol

-el esqueleto es glicerol 3 fostato en el que el tercer OH esta unido a un grupo fosfato sustituido por una molécula polar

Bicapa impermeable a H y OH

-Glicolípidos

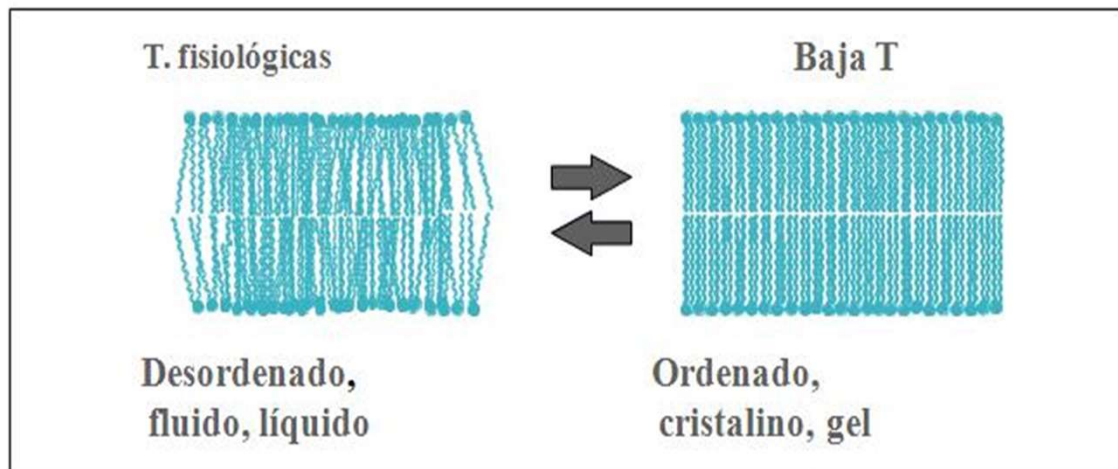
# Fluidez

La fluidez es una de las características más importantes de las membranas que aseguran el buen funcionamiento de la célula.

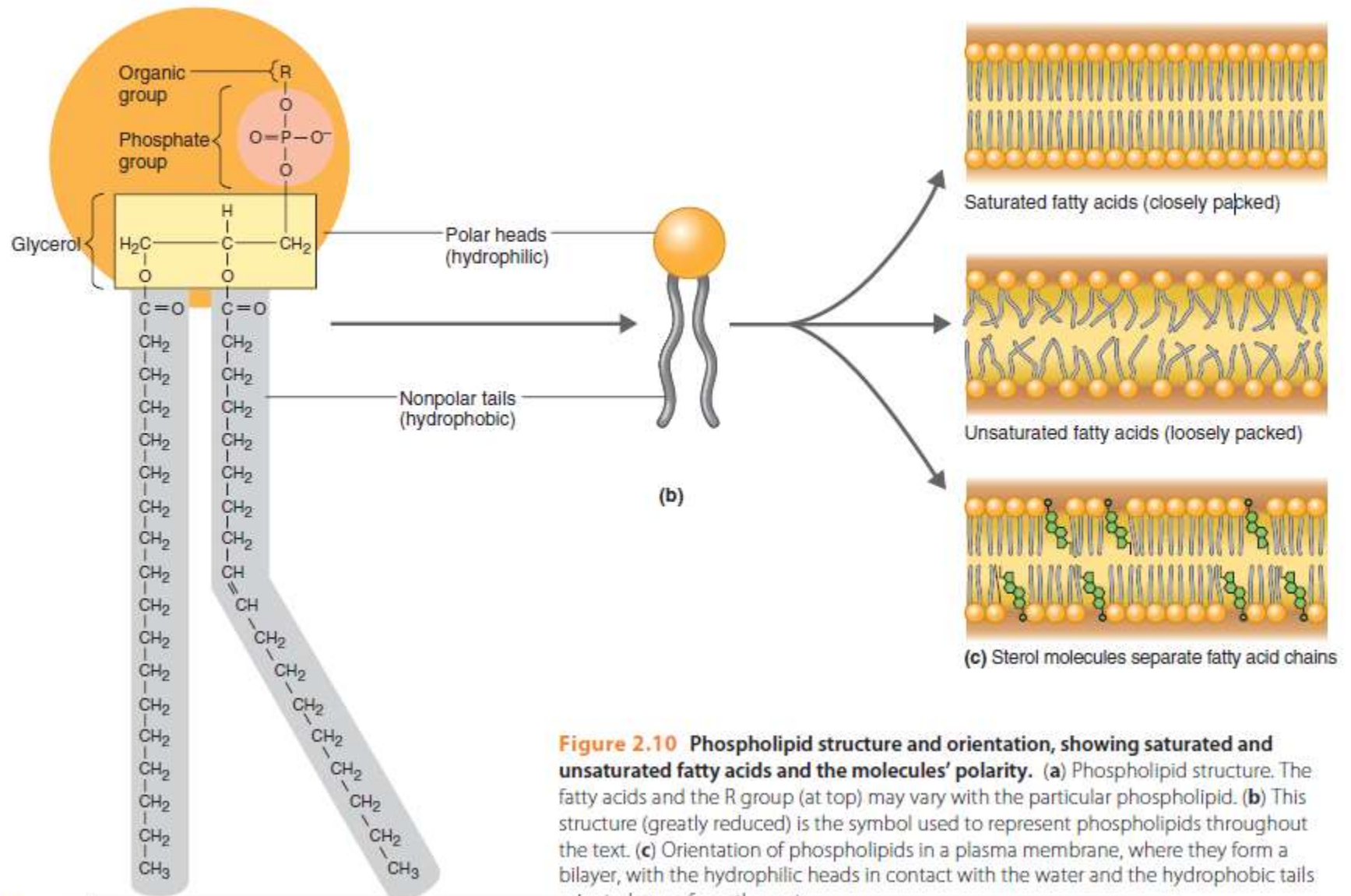
Puede variar con:

➤ Composición de ácidos grasos

➤ Temperatura

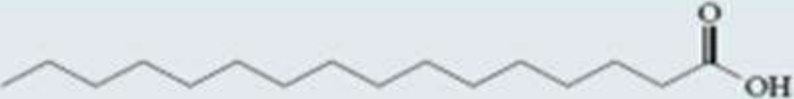


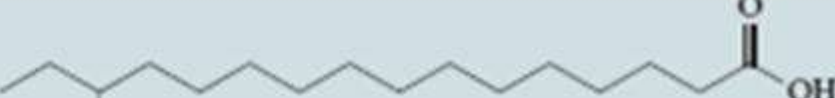



# Efecto de la estructura sobre la fluidez de membrana



**Figure 2.10** Phospholipid structure and orientation, showing saturated and unsaturated fatty acids and the molecules' polarity. (a) Phospholipid structure. The fatty acids and the R group (at top) may vary with the particular phospholipid. (b) This structure (greatly reduced) is the symbol used to represent phospholipids throughout the text. (c) Orientation of phospholipids in a plasma membrane, where they form a bilayer, with the hydrophilic heads in contact with the water and the hydrophobic tails oriented away from the water.

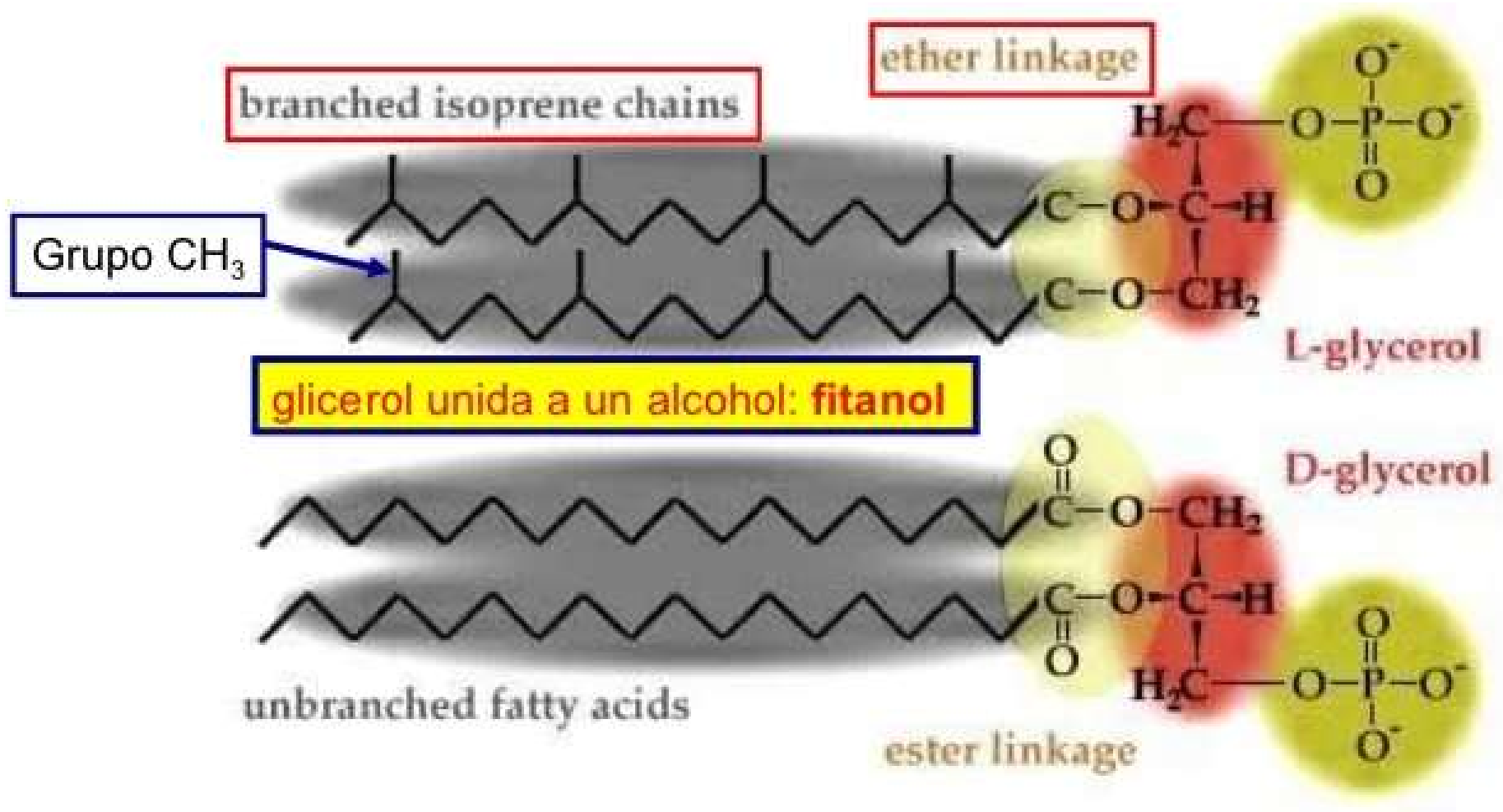
# Efecto de la estructura sobre la fluidez de membrana

C16:0		Disminuye la fluidez
Cts-11-C18:1		Aumenta la fluidez
Iso-C17:0		Disminuye la fluidez comparado con el <i>anteiso</i>
Anteiso-C17:0		Aumenta la fluidez comparado con el <i>iso</i>
Trans-11-C18:1		Disminuye la fluidez

Menor longitud, mayor cantidad de enlaces insaturados, membranas mas fluidas

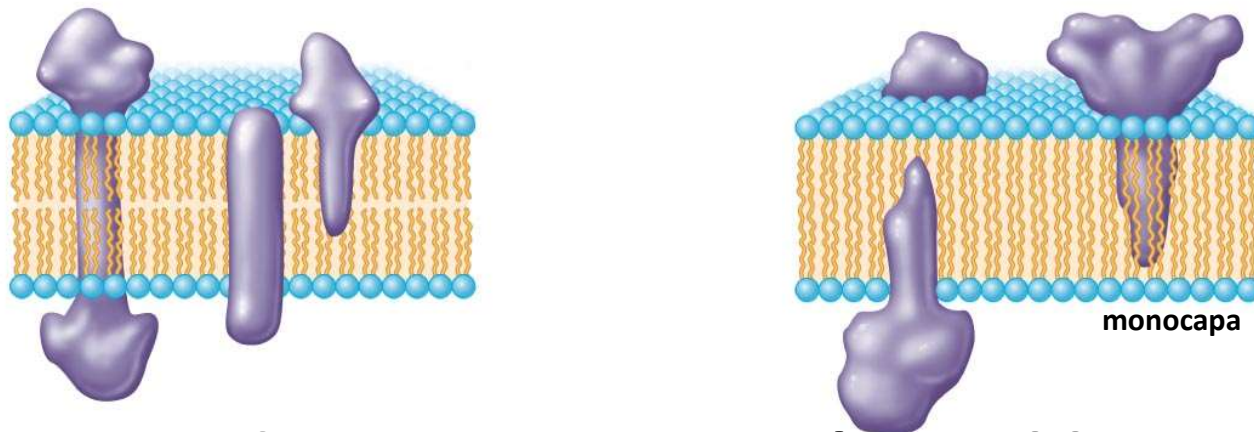
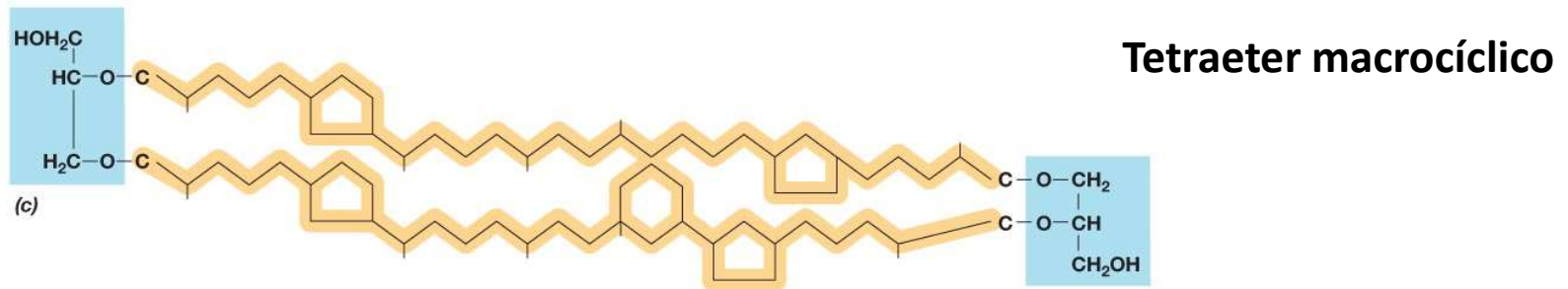
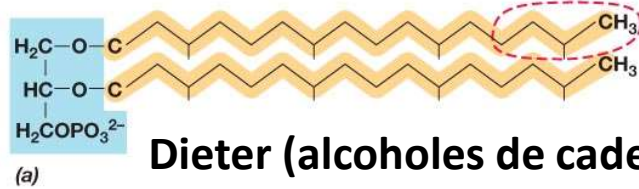
# Los lípidos en arqueas

lípidos a base de **éteres** de alcoholes de cadena larga con glicerol



**Adaptación de los organismos a ambientes extremos**

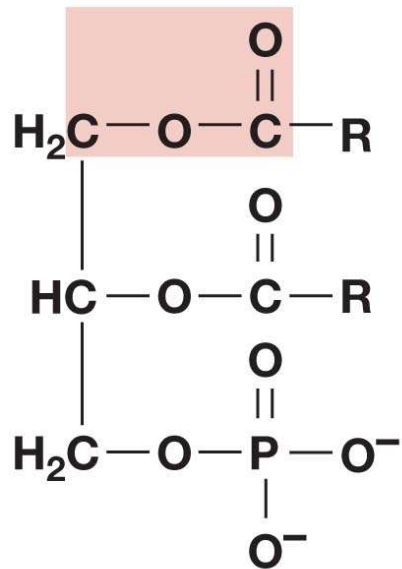
# Los lípidos en arqueas



La estructura de monocapa es más estable y resistente en ambientes con T. elevada

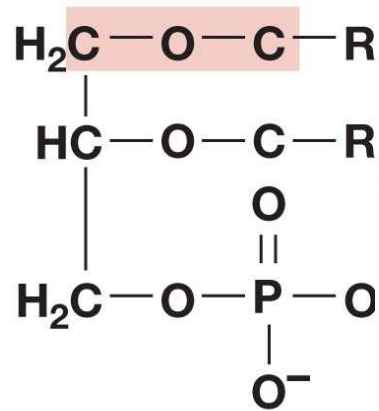
# Los lípidos en Bacteria y Archaea tienen diferentes enlaces químicos

ester

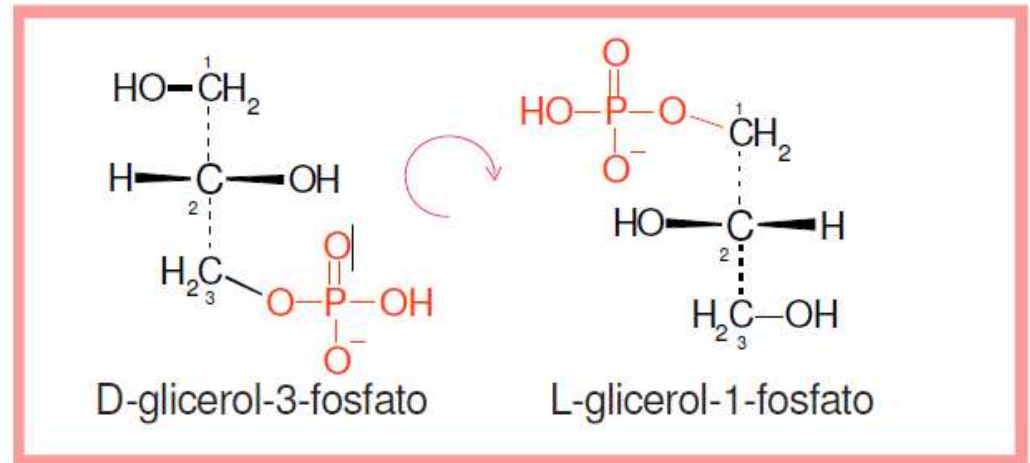


(a)

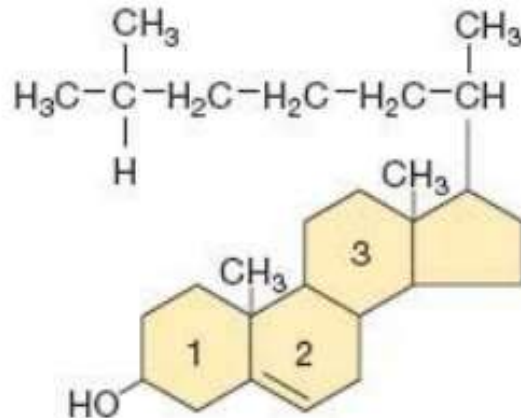
eter



(b)

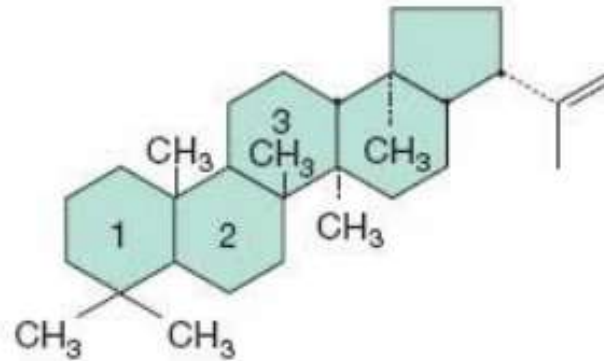


# Esteroles y Hopanoides



(a)

**cholesterol**



(b)

**hopanoid diploptene**

Esteroles y hopanoides son moléculas lipídicas rígidas y planares

Los esteroles están presentes en eucariotas y algunos procariotas como

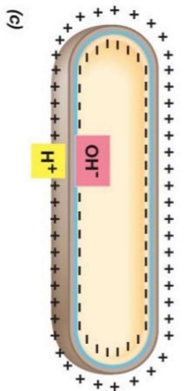
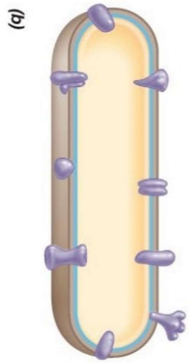
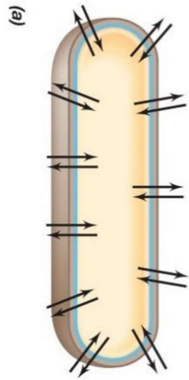
*Mycoplasmas* **QUE NO TIENEN PARED**

**Los procariotas lo toman del medio, confiere rigidez**

Hopanoides están presentes en las membranas de muchas bacterias , confieren estabilidad y resistencia a condiciones ambientales extremas

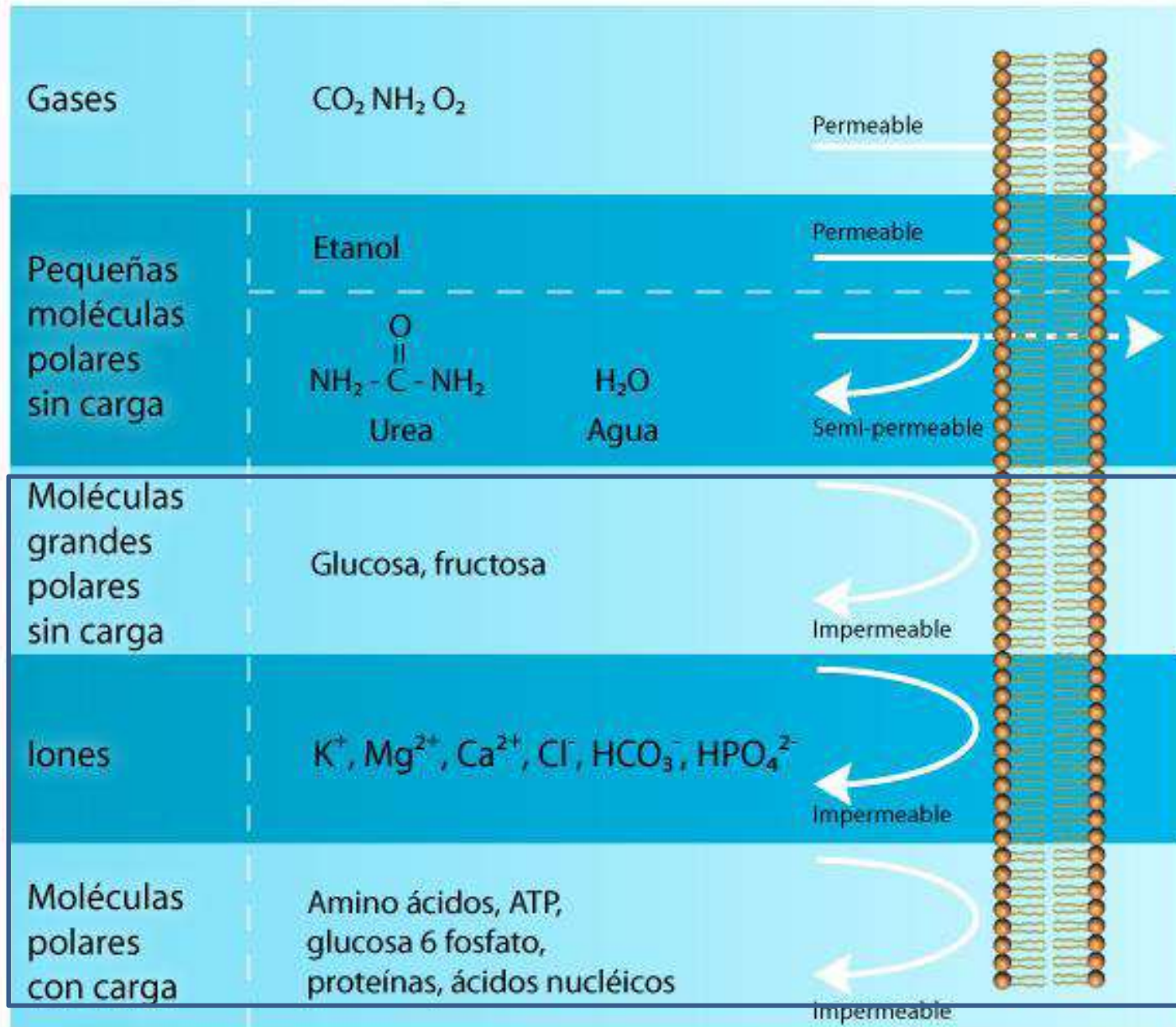
No están presentes en Archaea

# Membrana plasmática: estructura multifuncional

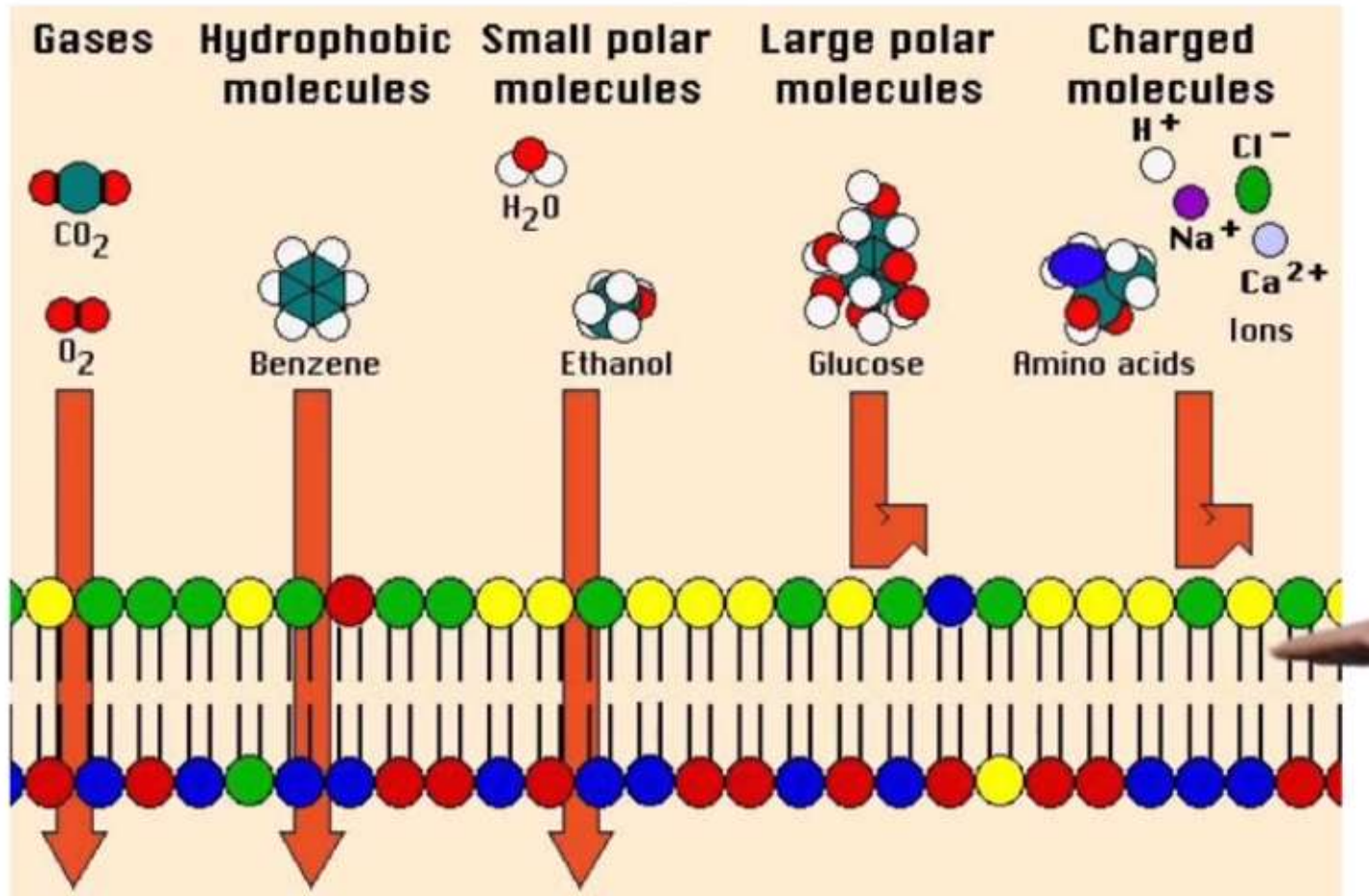


1. Barrera de permeabilidad.
2. Anclaje de proteínas
3. Conservación de la energía
4. Generación de la fuerza PM
5. Participa en biosíntesis y secreción de proteínas y componentes de pared
6. Interacción con otras células
7. Anclaje de cromosoma y algunos plásmidos

# Permeabilidad selectiva



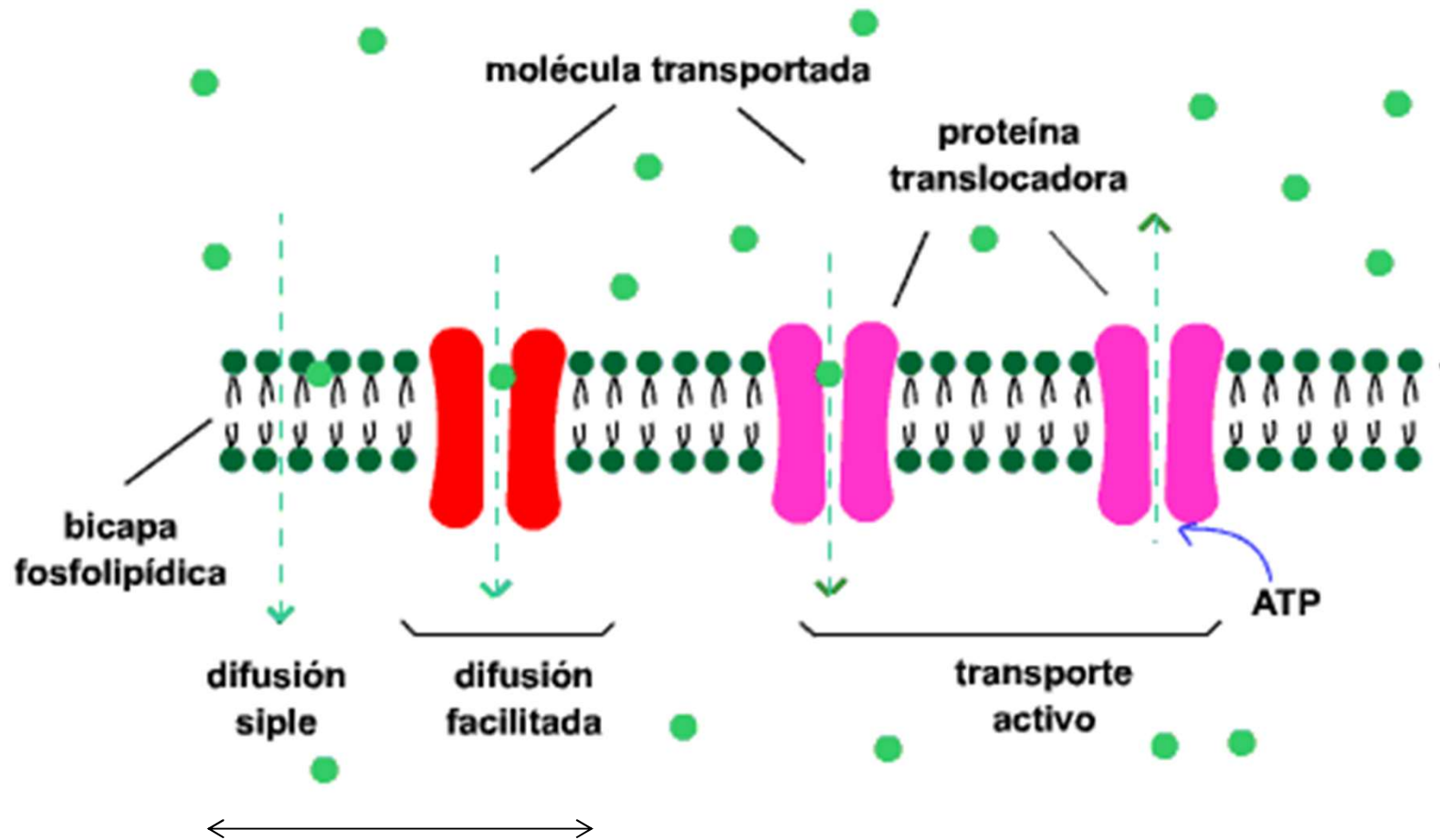
# Permeabilidad selectiva



La selectividad de la permeabilidad de la membrana depende en gran medida de la estructura de la membrana, así como de la estructura y carga de las moléculas e iones que intentan atravesarla.  
Como hace un MO para incorporar los nutrientes?

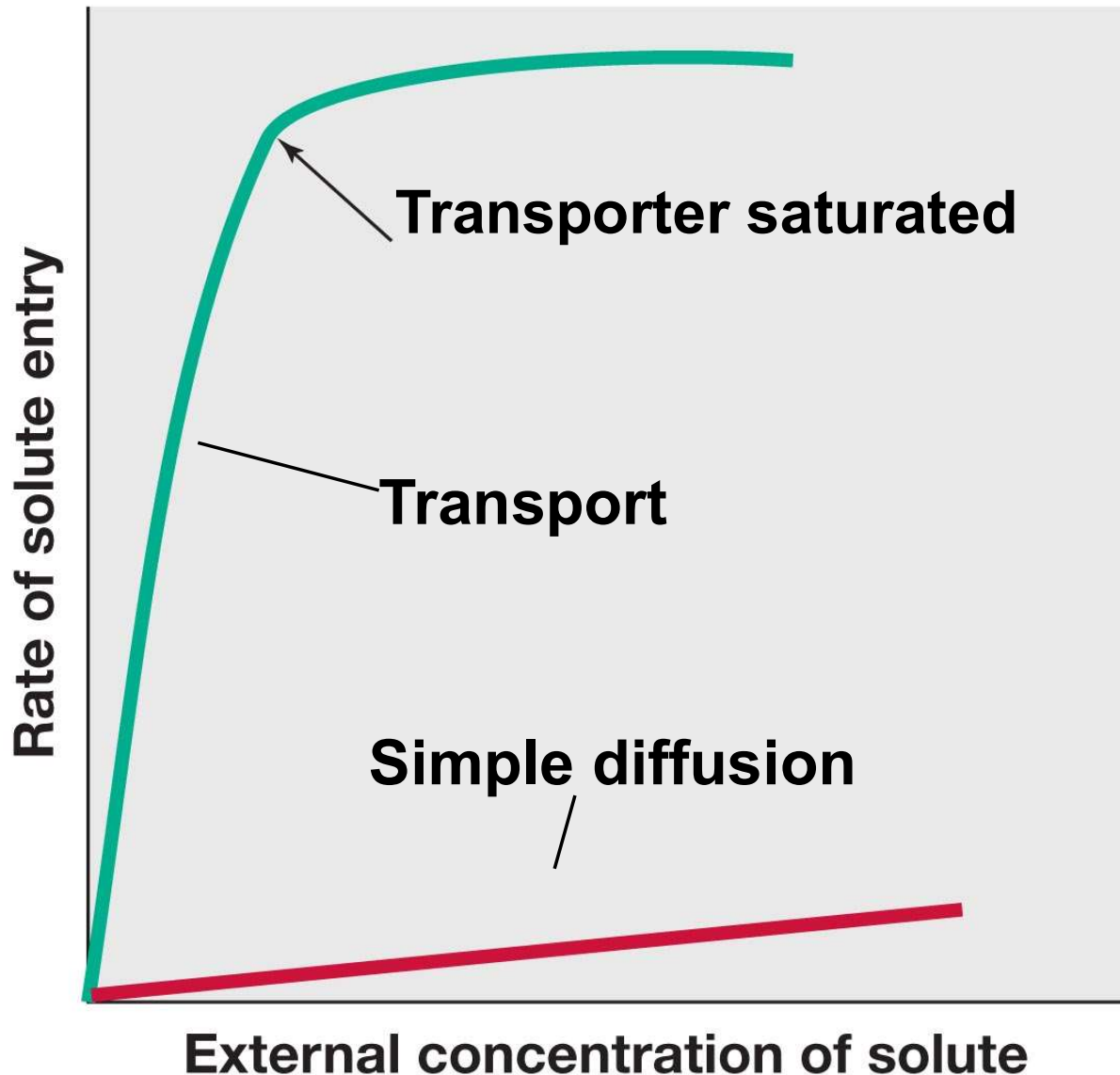
- ¿Por qué una célula no puede depender de la difusión simple como medio para adquirir sus nutrientes?
- ¿Por qué el daño físico a la membrana citoplasmática es potencialmente letal para la célula?

# Transporte a través de membrana



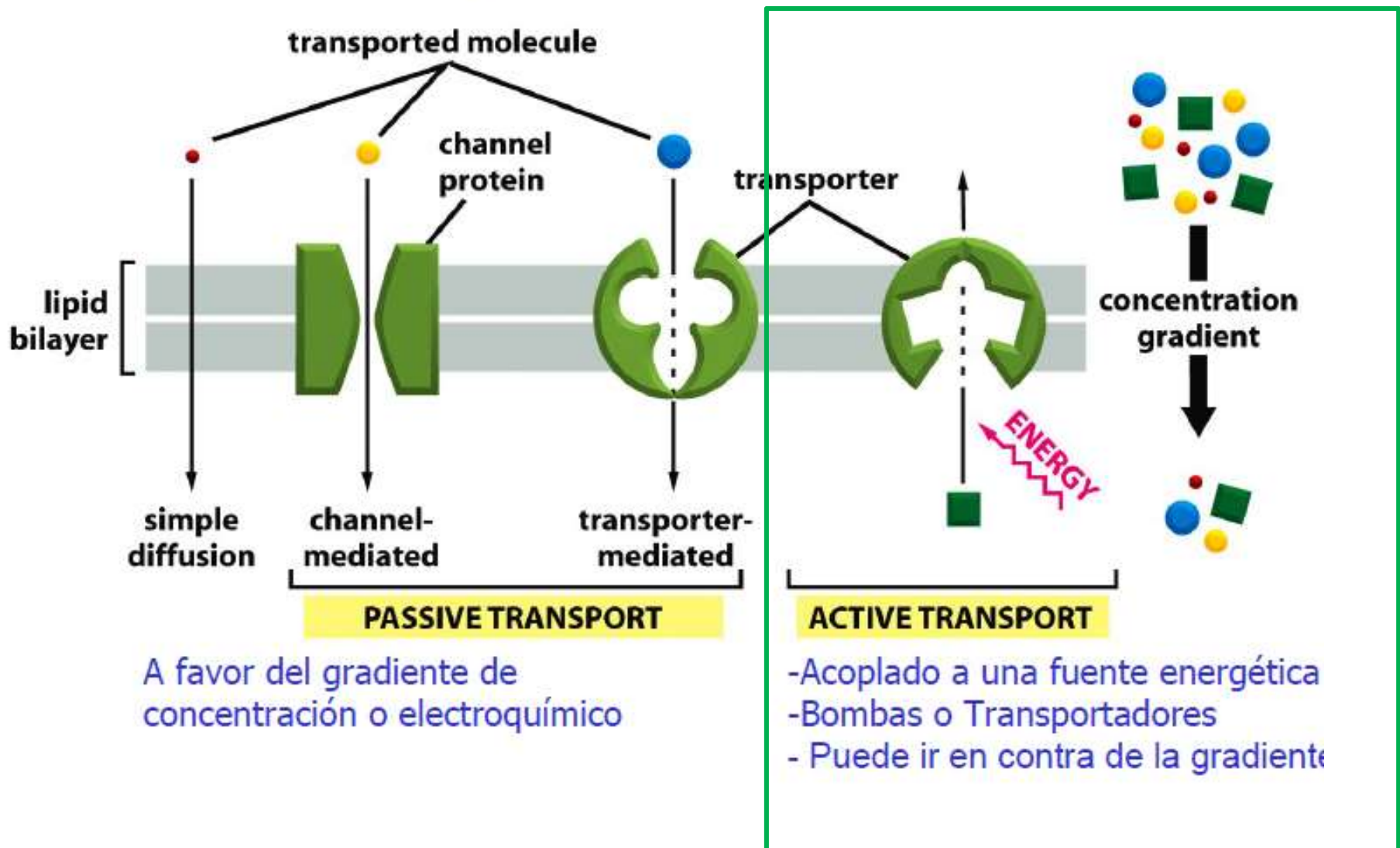
Transporte pasivo  
Poros específicos/ transportadores

## Difusión facilitada y difusión simple

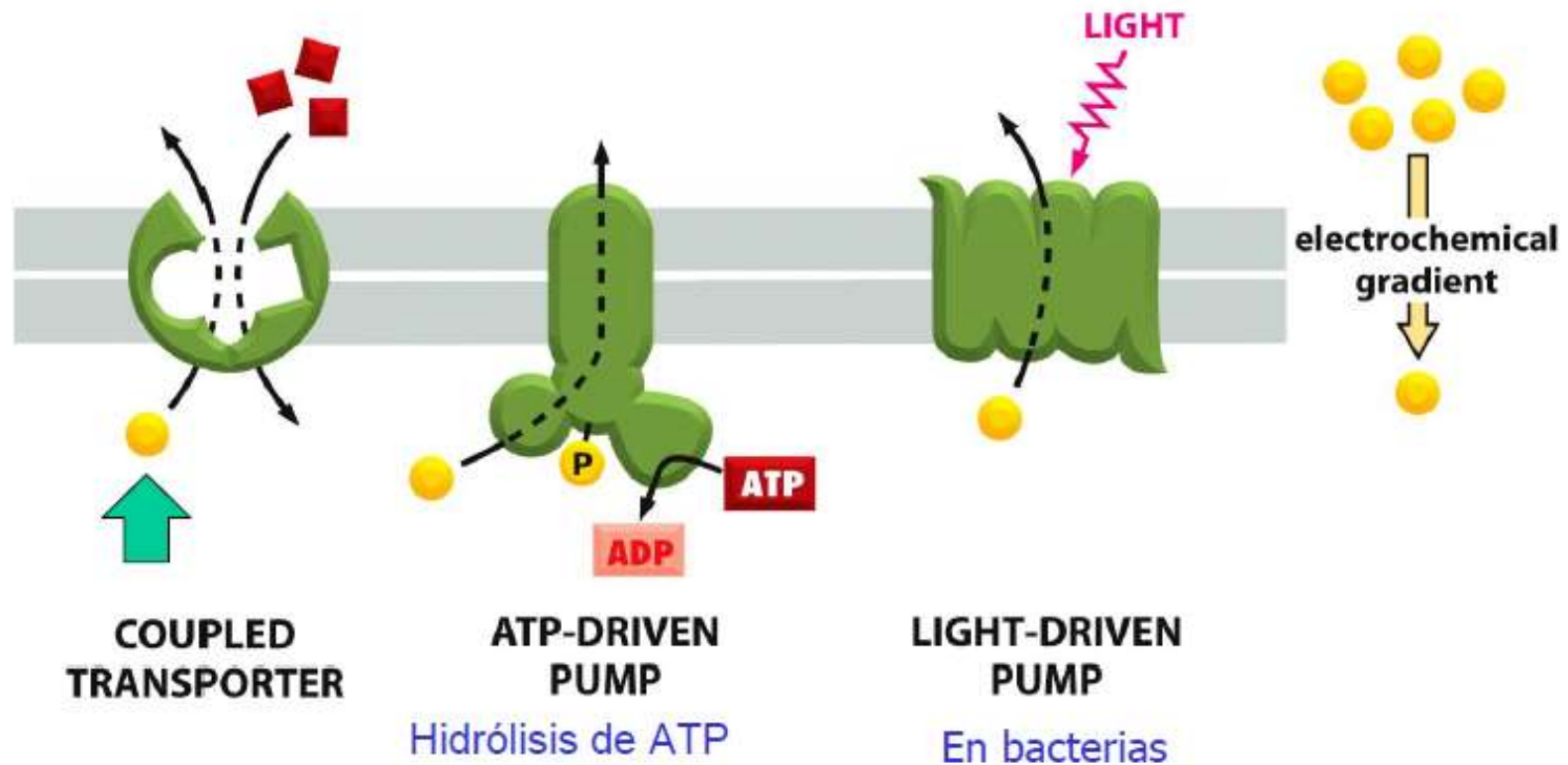


Ambos van a favor del gradiente de concentración DF. Poco común en bacteria por ej O<sub>2</sub> Difusión facilitada ejemplo H<sub>2</sub>O por transportadores llamados aquaporinas

# Transporte activo y pasivo

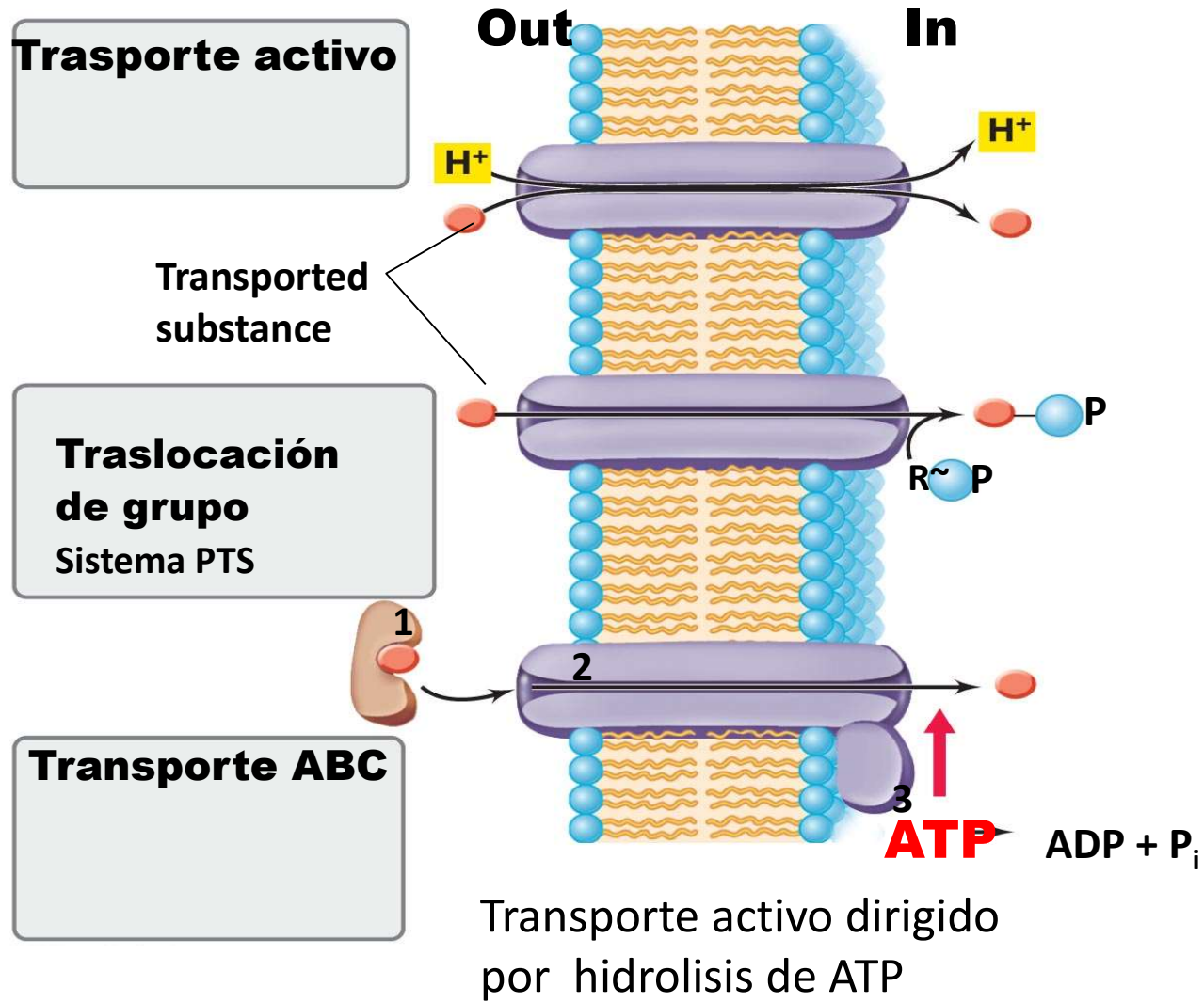


# Fuentes de energía utilizadas para el transporte activo



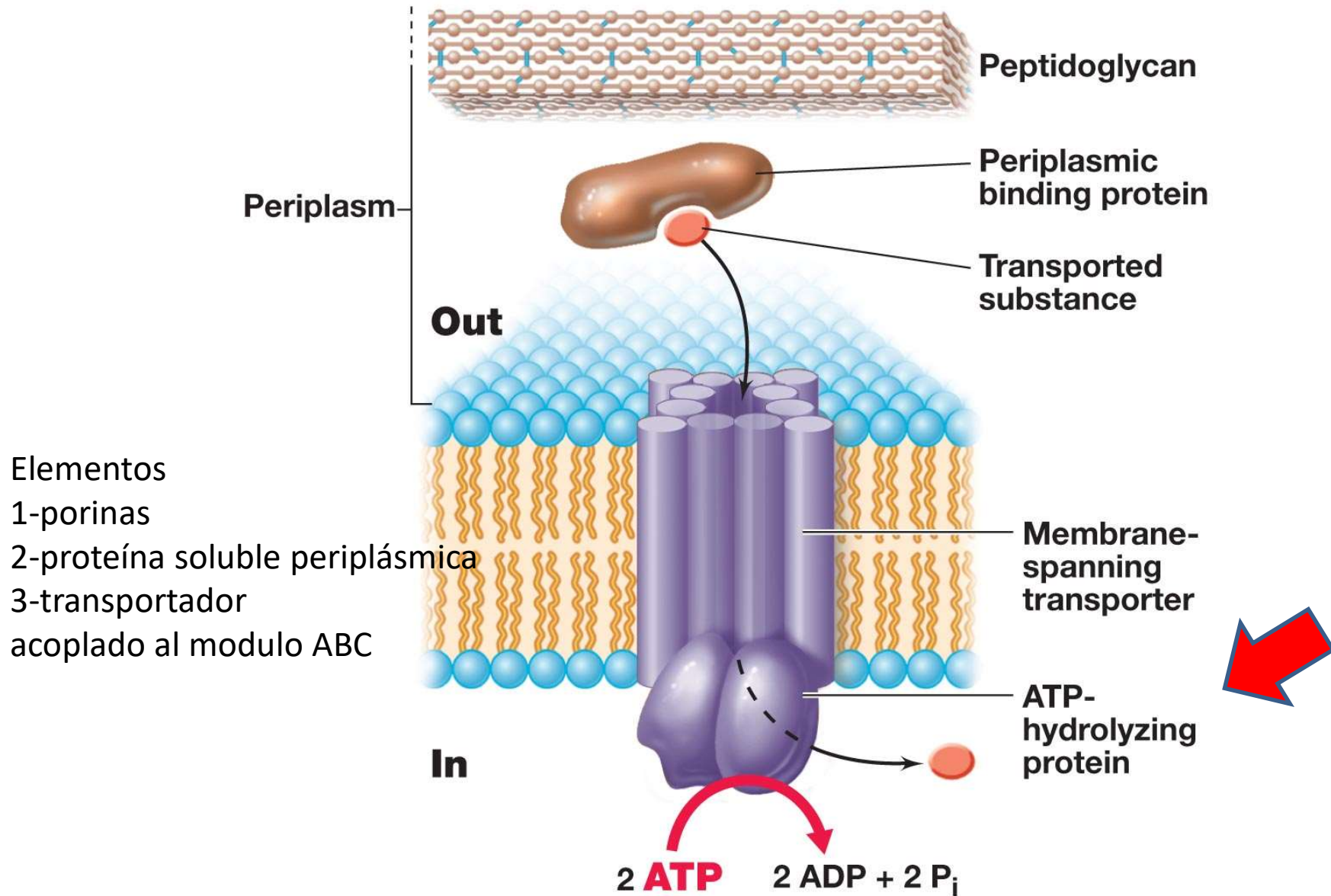
El transporte de sustancias **en contra de un gradiente de concentración**, lo que requiere un **gasto energético**

# Ingreso de sustratos y nutrientes a las células



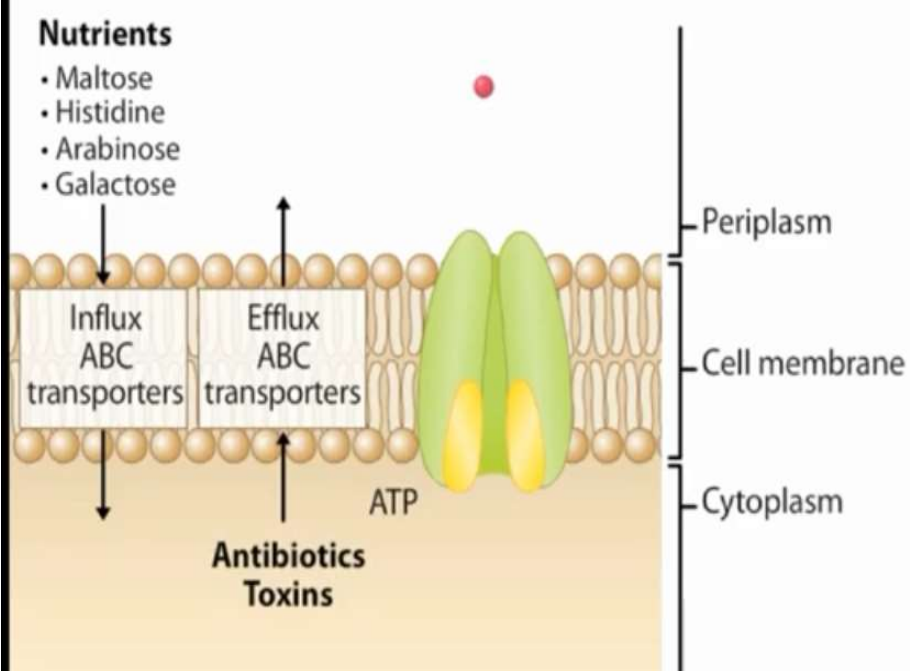
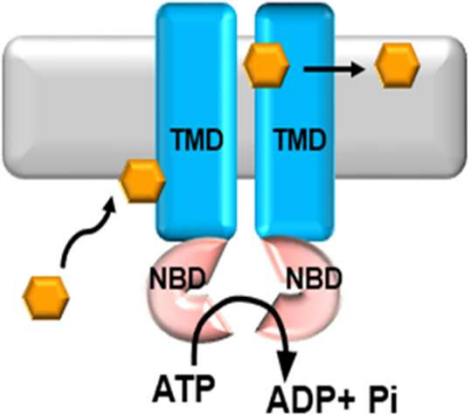
# Mecanismo de transporte ABC (ATP Binding Cassette)

La sustancia entra al periplasma por porinas en Gram-negativas



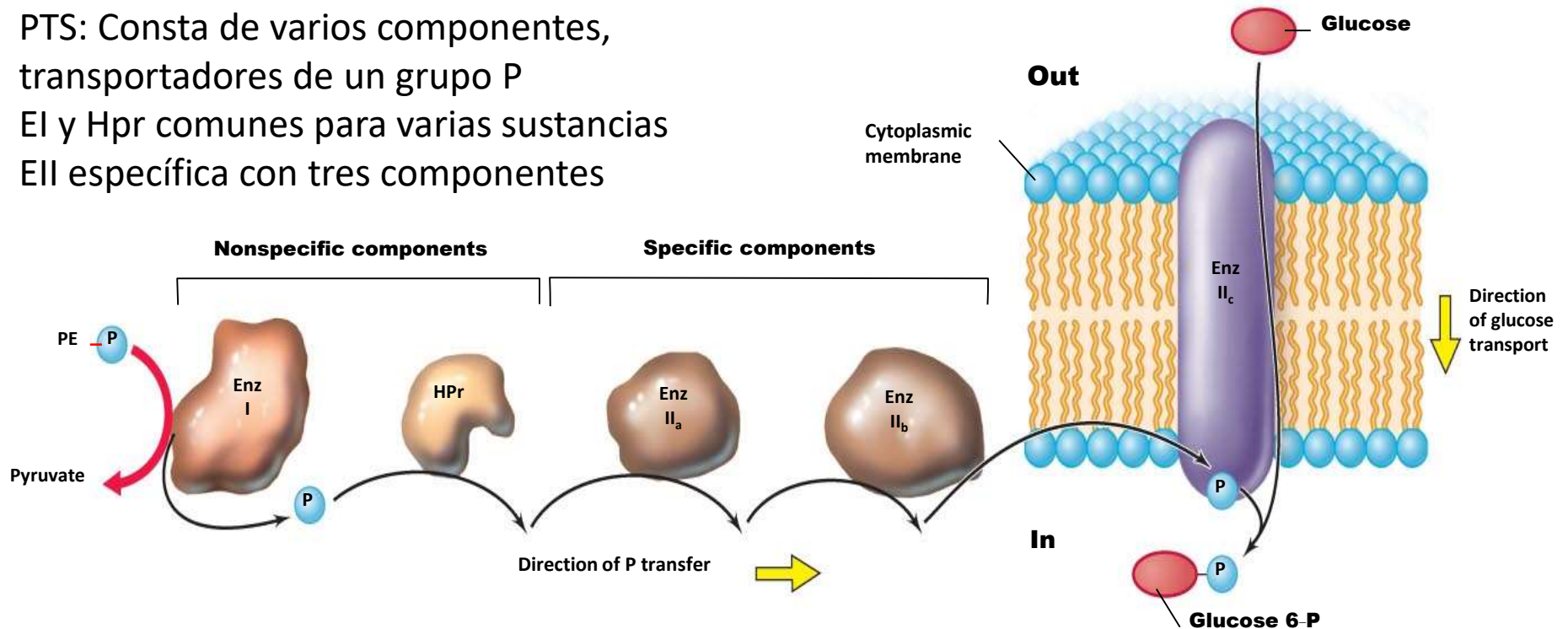
# Sistemas ABC como exportadores

ABC Exporters



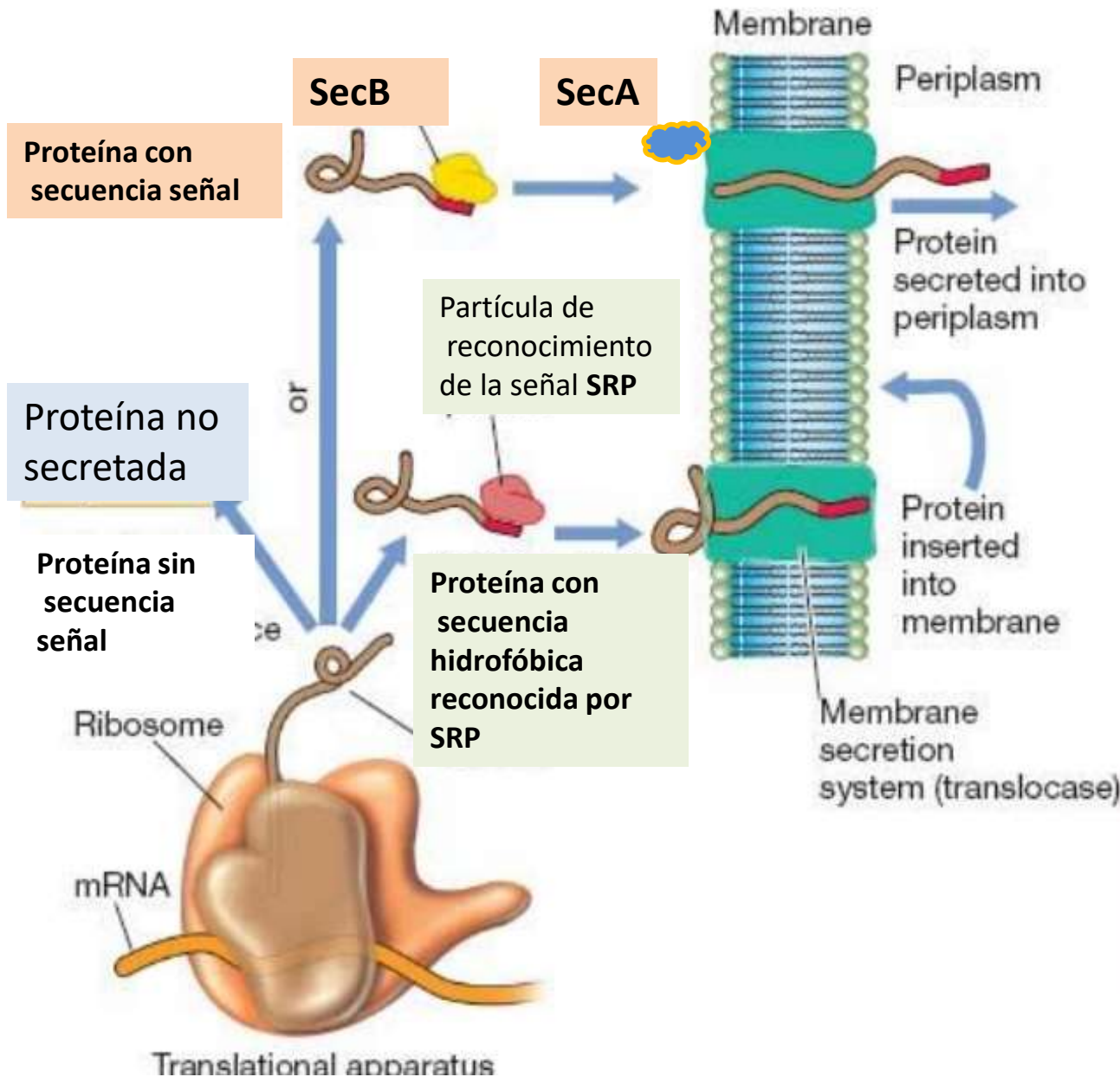
# Sistema de fosfotransferasa de azúcares (PTS) en *E. coli*

PTS: Consta de varios componentes, transportadores de un grupo P  
EI y HPr comunes para varias sustancias  
EII específica con tres componentes



**Transporte y preparación de la sustancia para ser empleada luego en la ruta metabólica. No es un transporte activo, no es en contra de un gradiente.**

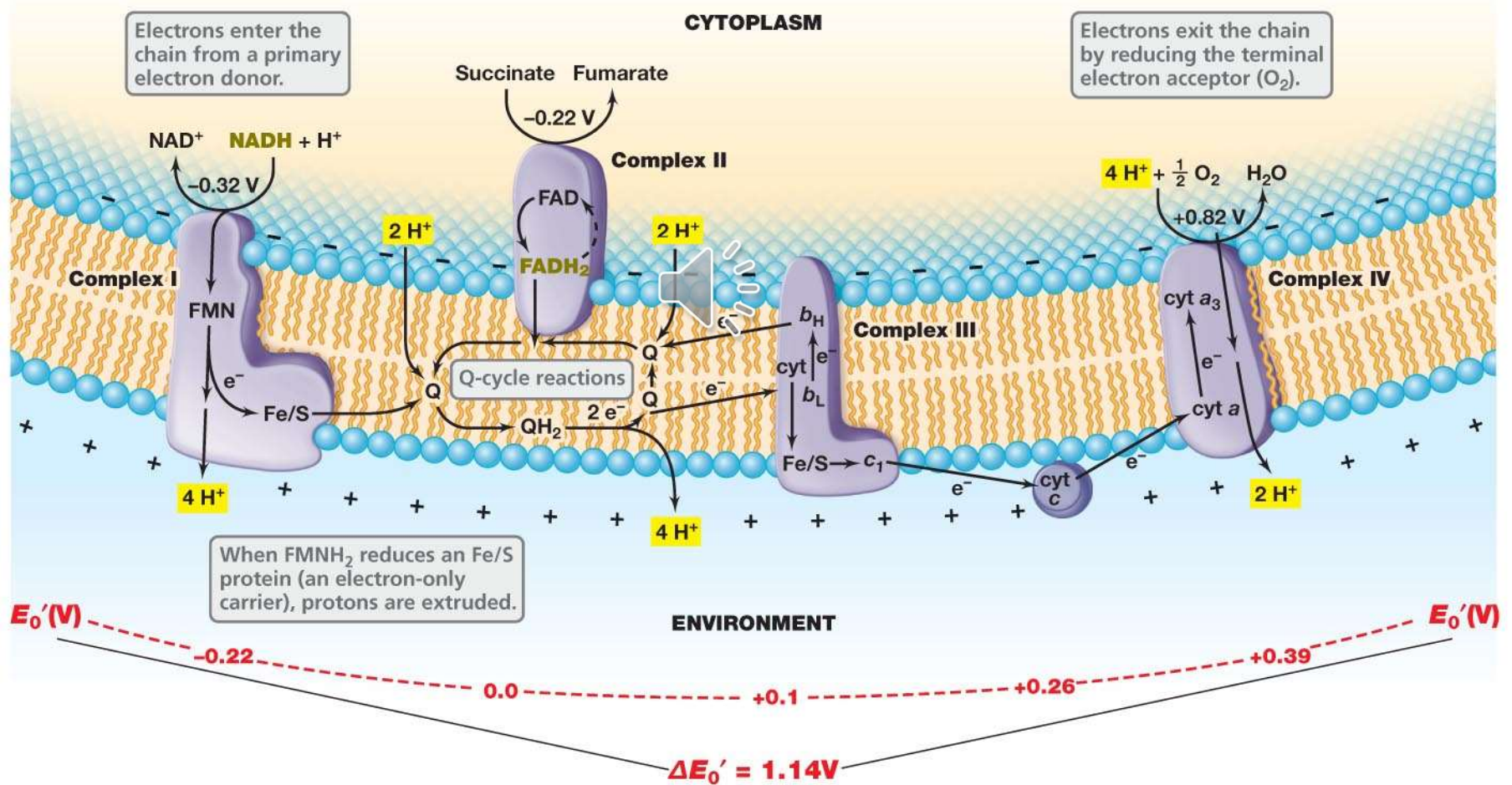
# Secreción de proteínas



SecA and the SRP deliver proteins to be secreted to the membrane secretion complex (in bacteria SecYEG)

Sistema de exporte de proteínas TAT. Transporta enzimas foldeadas. Motivo conservado **twin arg motif, hidrolizable ( 2 Arg gemelas)**

# Cadenas de transporte

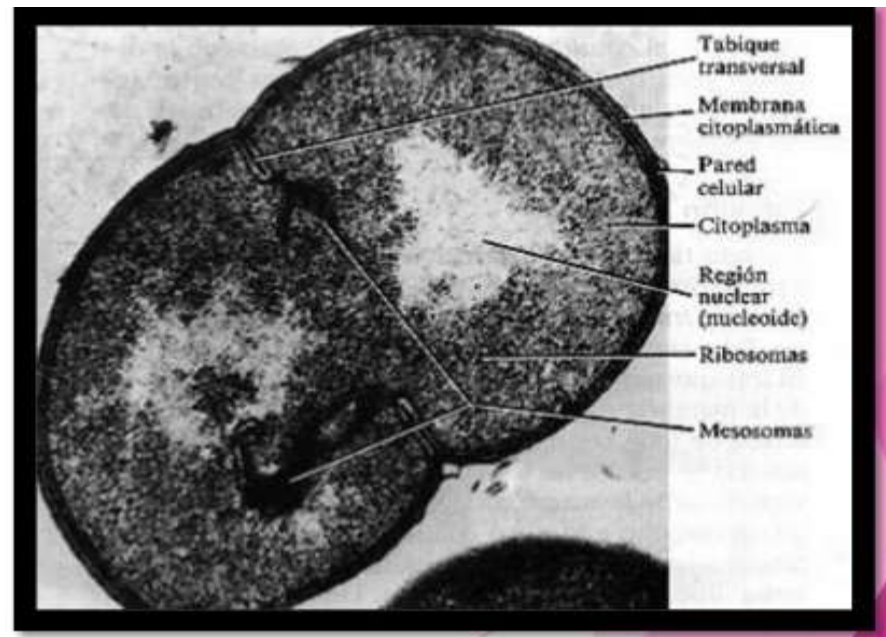


# Estructuras membranosas citoplasmáticas



**Cromatóforos:** contiene bacterioclorofila y carotenoides. En las bacterias púrpura como *Rhodospirillum rubrum*, las proteínas colectoras de luz se encuentran de forma intrínseca en las membranas de los cromatóforos.

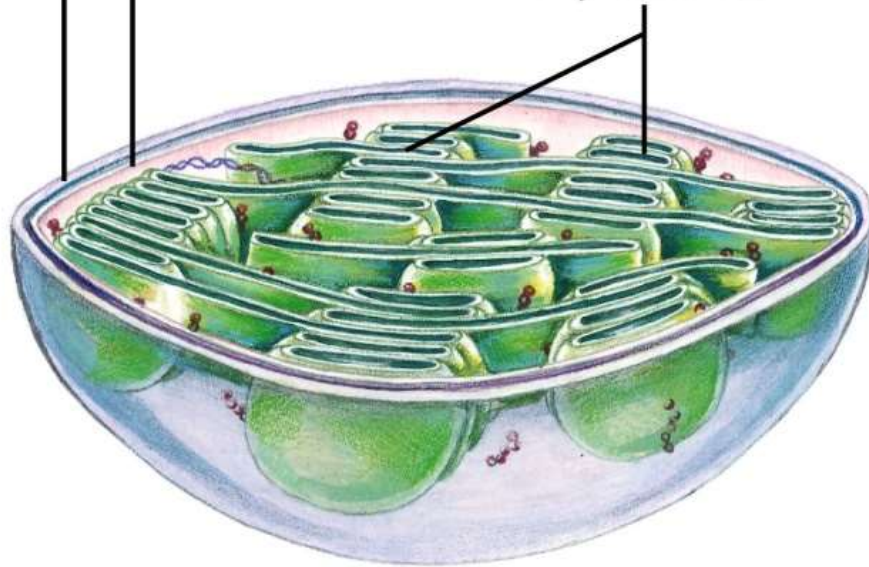
**Mesosomas:** Invaginaciones de la membrana en sitios donde se inicia la **división celular; tabiques transversales en crecimiento** (incluyendo los que delimitan el compartimento de la endospora); zonas cercanas a los nucleoides (cuerpos nucleares).



**Outer membrane**

**Inner membrane**

**Thylakoids**



## Tilacoides

Son sacos membranosos aplastados presentes en las cianobacterias, en su cara externa se disponen filas de ficobilisomas. El conjunto de membrana tilacoidal + ficobilisomas (complejo de ficobiliproteínas) es el responsable de la fotosíntesis oxigénica en los organismos fotótrofos.



## Metanótrofos y metilótrofos

ME def *Methylomonas methanica*  
estructuras intracitoplasmáticas que  
funcionan en oxidación del metano.

# Citoesqueleto bacteriano

Existen tres proteínas de citoesqueleto bacteriano muy estudiadas

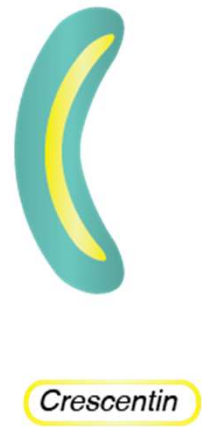
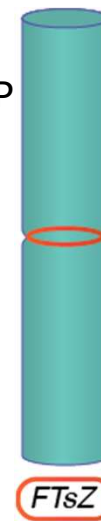
**MreB.** Es una proteína homóloga a actina.

Forma filamentos lineales que polimerizan utilizando ATP o GTP o sola. Tiene rol estructural en algunas bacterias.

Localiza los sitios de iniciación de síntesis de PG en bacterias




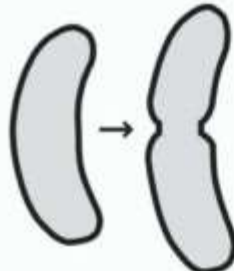
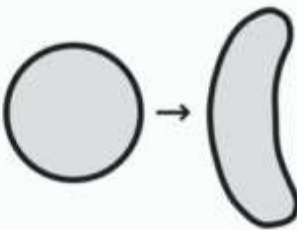
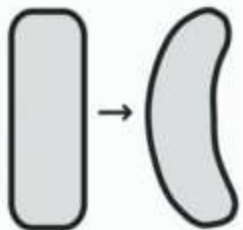
**FtsZ.** Homóloga a tubulina. Polimeriza de manera dependiente de GTP y localiza en el sitio de la división celular, sirve de plataforma de otras proteínas que intervienen en la división celular

**Cre S.** Homóloga a filamentos intermedios, localiza en las curvaturas de *Caulobacter crescens*

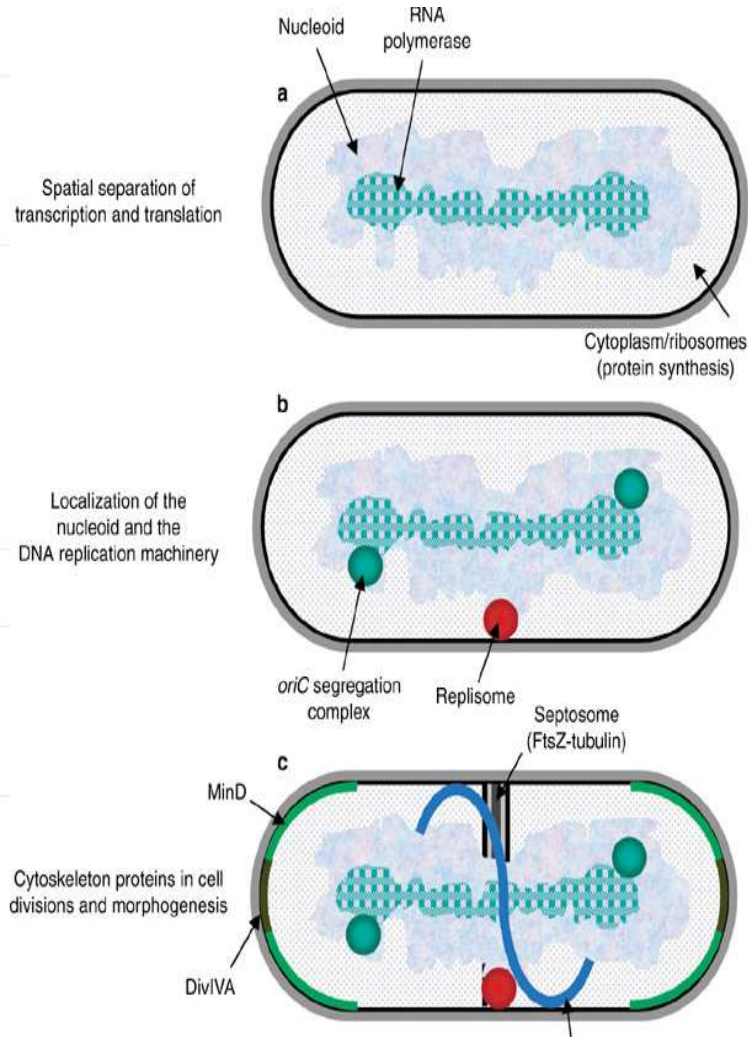


Estas proteínas intervienen en numerosos procesos celulares división, replicación del ADN y forma de las células

# Citoesqueleto bacteriano

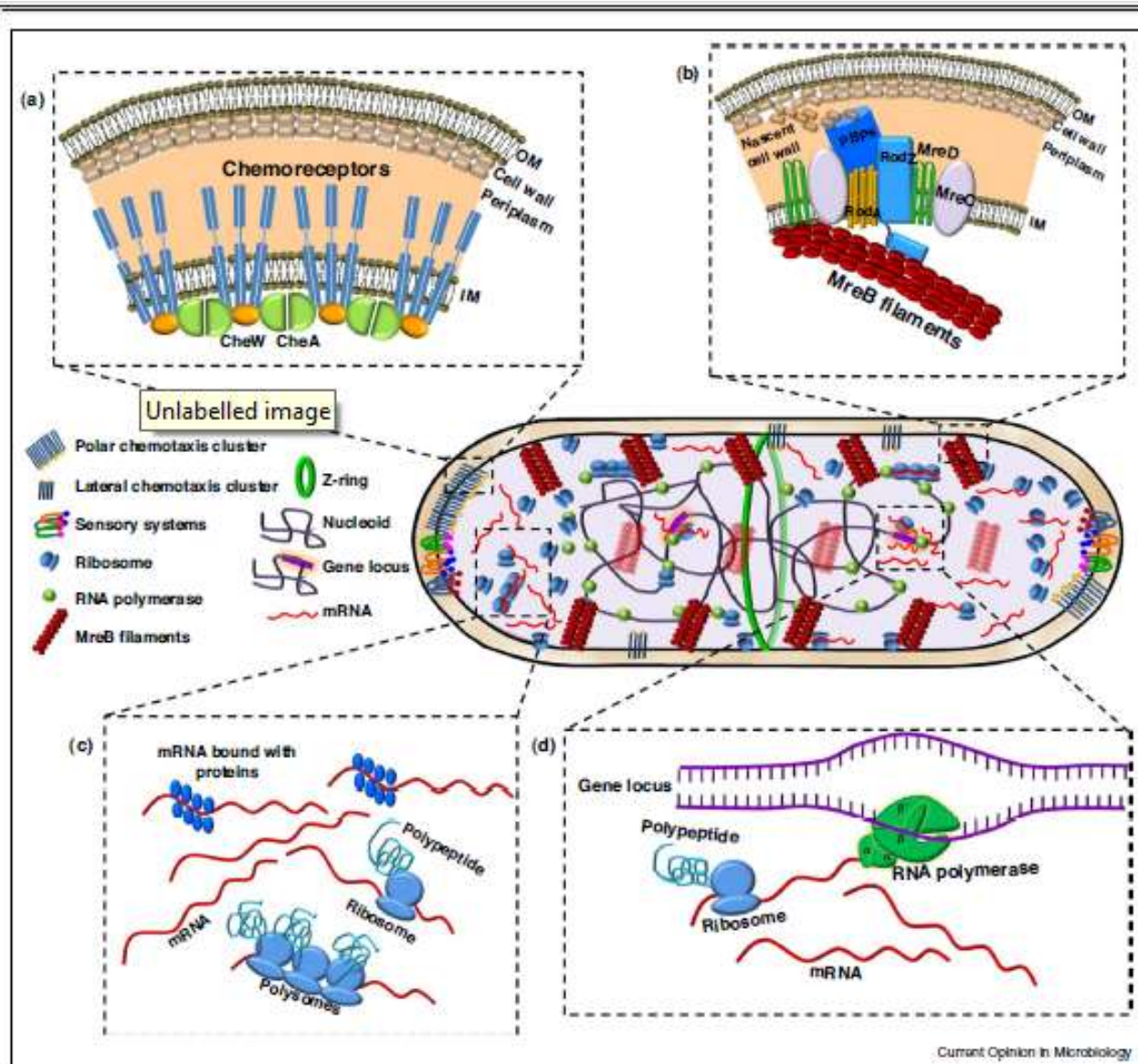
	División	Polaridad	Forma
Eucariotas	Actina	Tubulina	Filamentos intermedios
Procariotas	FtsZ	MreB	CreS
<i>Caulobacter</i>			
Localización			
Función			

# La célula bacteriana, ya no es una bolsa de macromoléculas



- El citoplasma procariótico es dinámico, estructurado y complejo
- El DNA esta recubierto de proteínas estructurales tipo histonas nucleoides
- RNA polimerasa y RNA y maquinaria de replicación
- Plásmidos
- Citoesqueleto

# La complejidad de lo simple

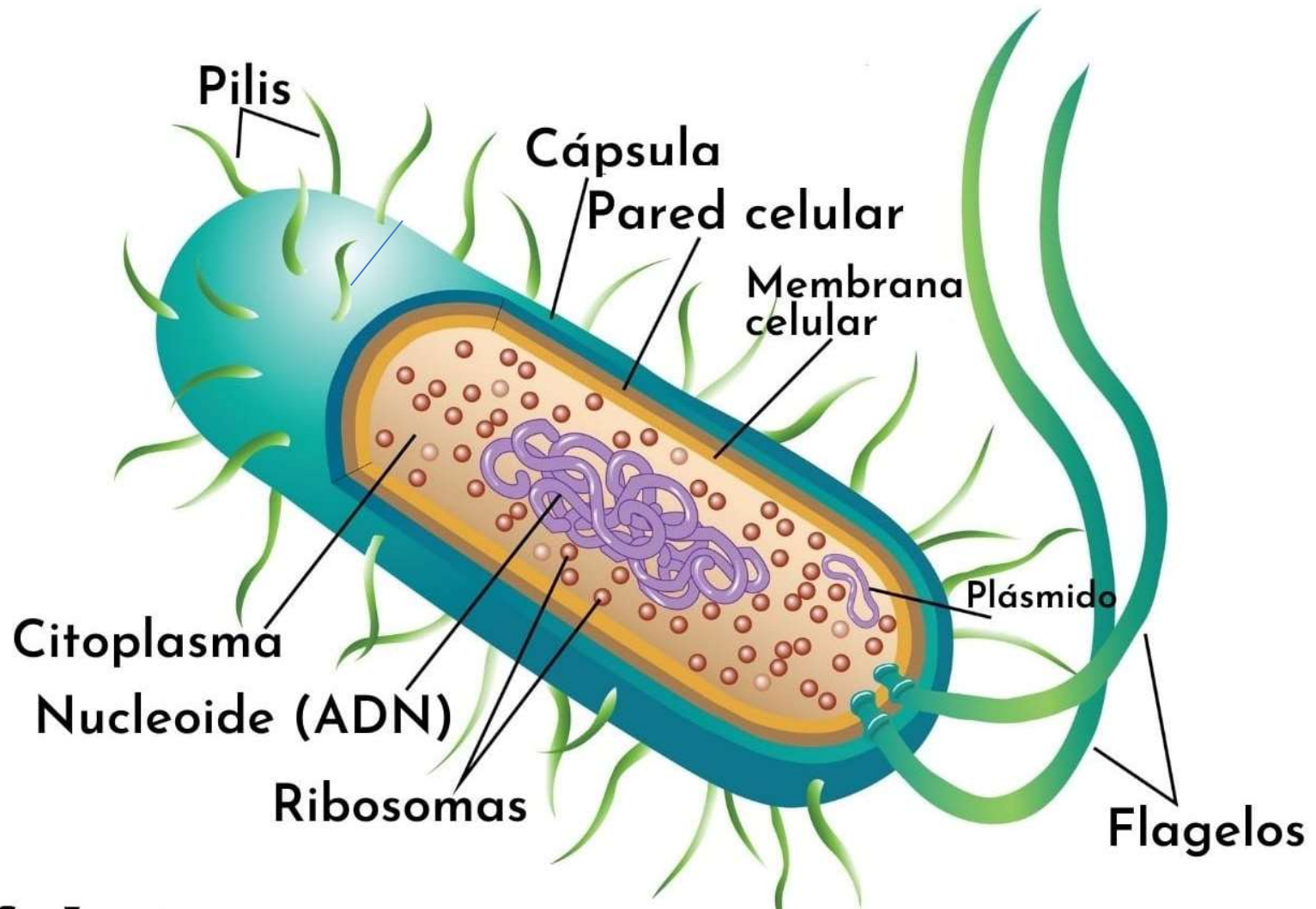


El citoplasma extremadamente abarrotado promueve el autoensamblaje macromolecular y la formación de distintas estructuras subcelulares, que realizan funciones especializadas

Las células bacterianas están intrincadamente organizadas, con muchas proteínas y ARN localizados específicamente.

- Los polos de las células bacterianas en forma de bacilo están emergiendo como regiones subcelulares de importancia para la detección y la señalización.
- El sistema citoesquelético MreB juega un papel importante en el tráfico celular de macromoléculas.
- Los dominios subcelulares en las células bacterianas están conectados a través de una compleja red de interacciones.

# Envoltura bacteriana



# Qué es la pared celular ?

-Cubierta rígida de composición variable que rodea a la célula por encima de la MP.

-Estructura exclusiva presente en la mayoría de las bacterias a excepción de:

- *Mycoplasma-Fitoplasma (Mollicutes)* que poseen solamente membrana celular
- Formas L derivadas de bacterias que perdieron la habilidad de sintetizar la pared celular

- *Thermoplasma* sin pared (arquea)

- Las arqueas poseen y las eubacterias poseen paredes de composición diferente

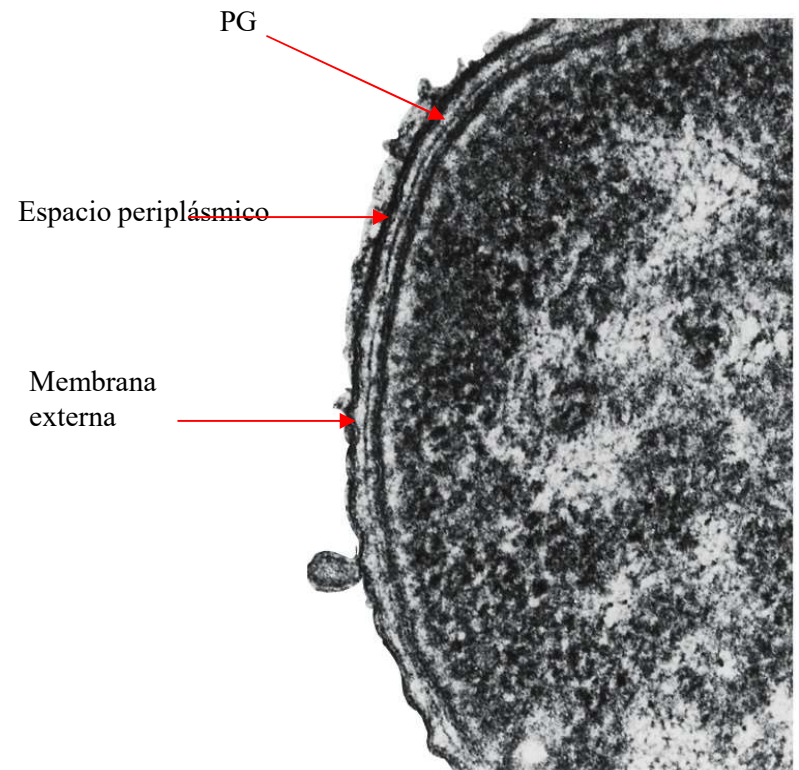
- Protege la células de las fuerzas osmóticas, condiciona la forma, es crítica para la viabilidad celular. Sirve para el anclaje de otros componentes y es esencial para la división celular y crecimiento.

# Algunos términos.....

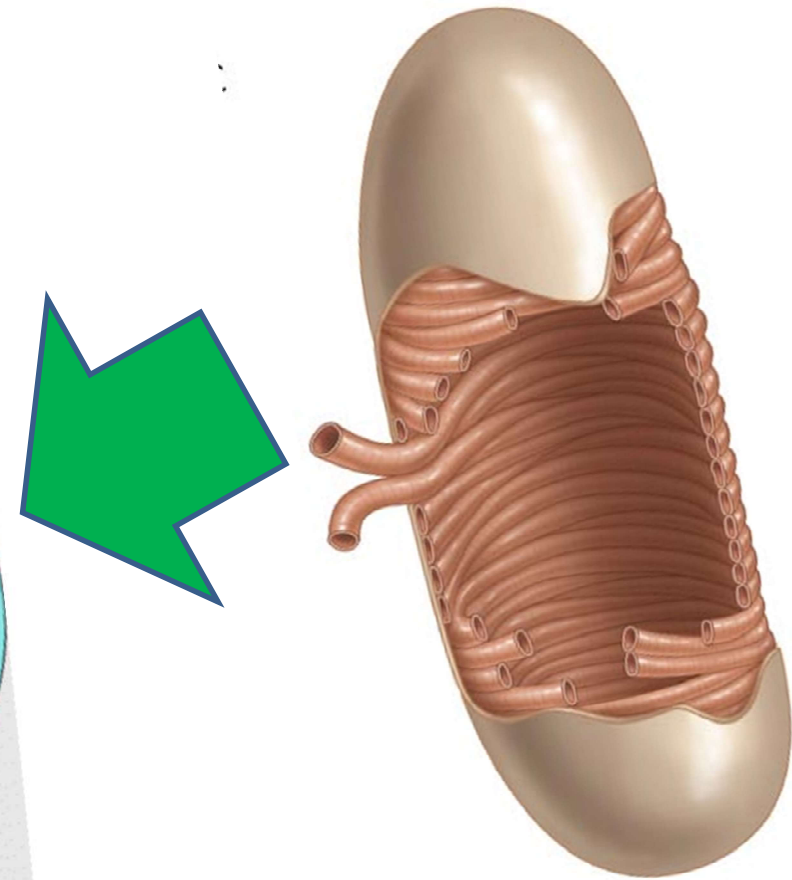
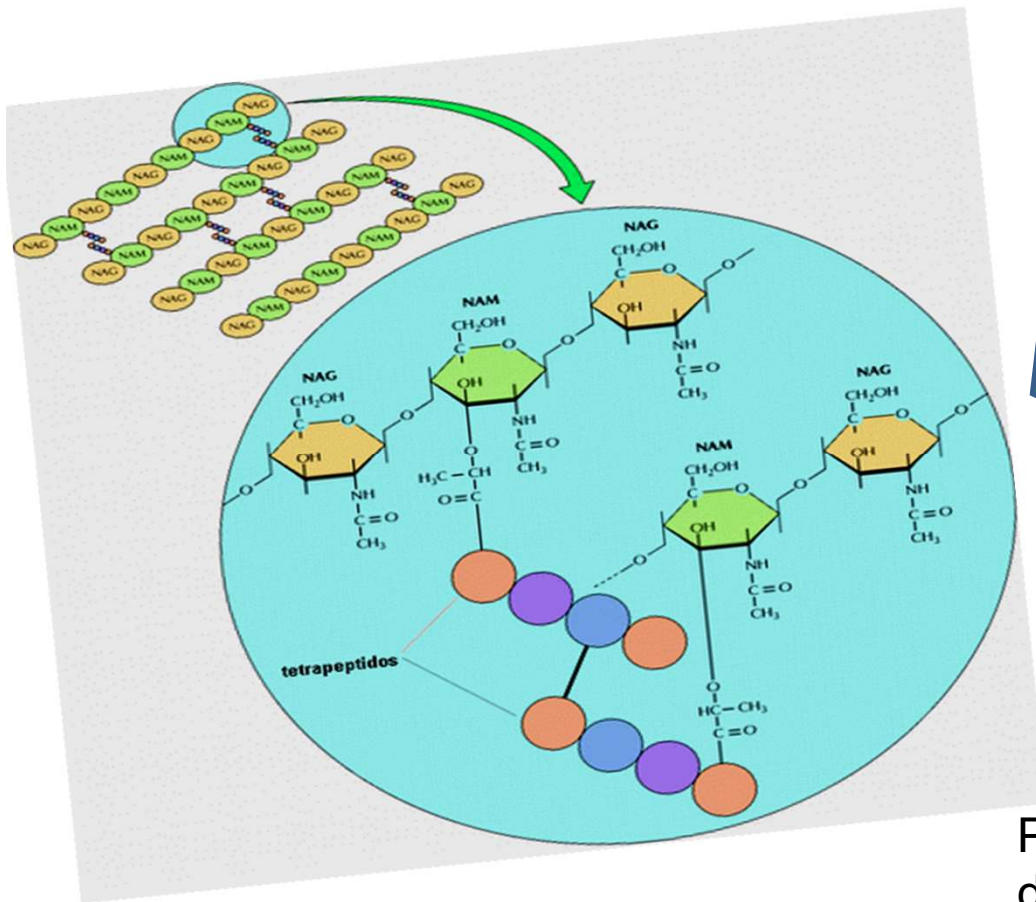
Pared celular compuesta por

- Peptidoglicano + estructuras asociadas
- Otras estructuras que cumplen F(x) de pared

• Envoltura celular = Membrana plasmática + pared celular + la membrana externa + todas las otras estructuras (definición de poca especificidad utilizada en algunos textos)



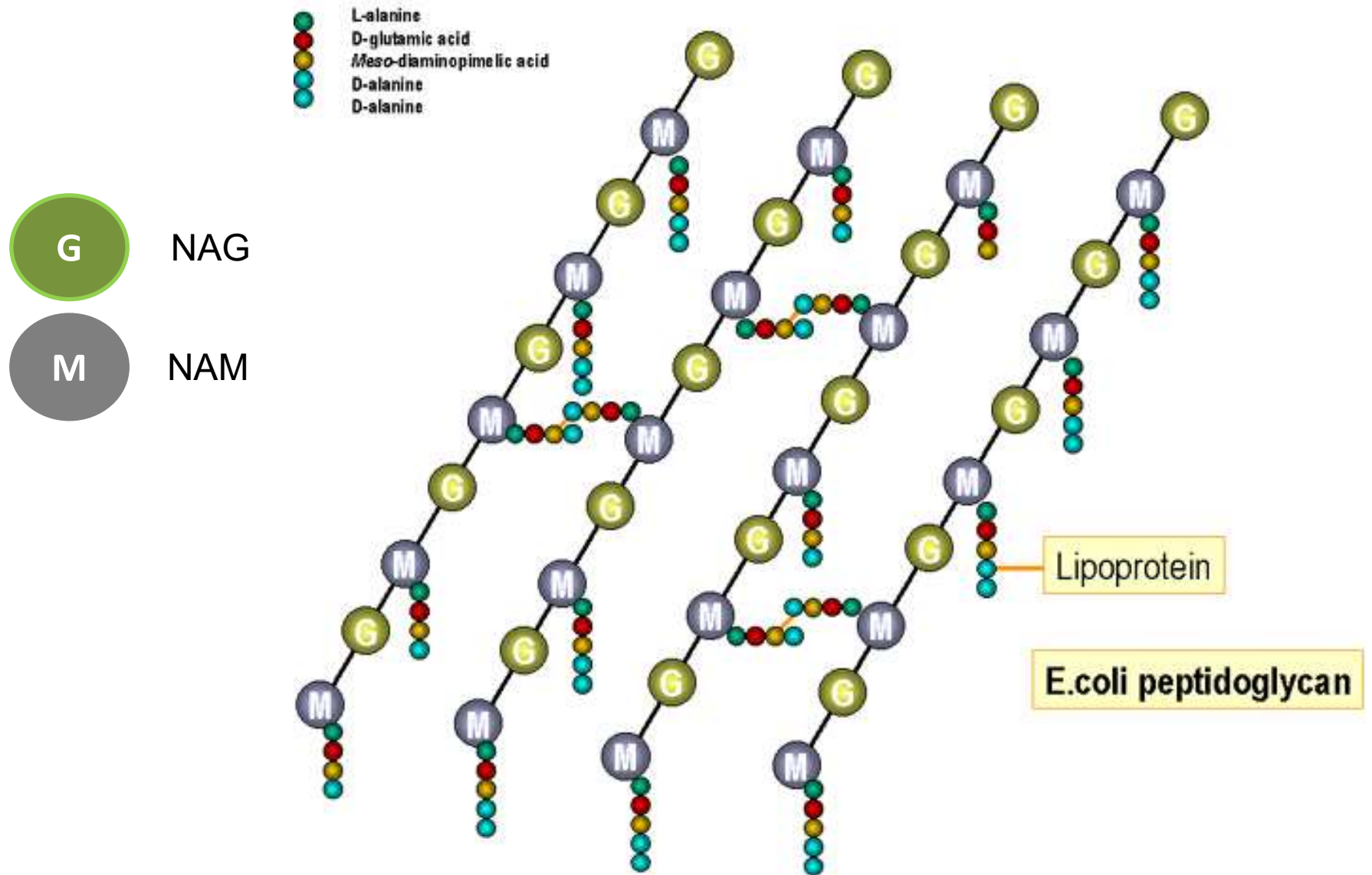
# Estructura general del PG o mureína



Polímero formado por cadenas de azúcares, covalentemente unidas entre si por puentes perpendiculares peptídicos

## Peptidoglicano

- La unidad disacarídica que se repite esta formada por
  - *N*-acetilglucosamina (NAG)...
  - ... *N*-acetilmurámico (NAM) (deriva de unir el ácido D-láctico con el OH del C-3 de la NAG)
- Las distintas unidades disacarídicas se unen entre sí mediante enlaces  $\beta(1-4)$
- Cadenas de pentapéptidos unidas entre sí



Puentes peptídicos entre algunas cadenas

## Propiedades del PG

**1) Gran rigidez**, contrarresta las fuerzas osmóticas a que está sometido el protoplasto. Depende de:

**grado de entrecruzamiento;**  
**enlace  $\beta(1-4)$  es muy compacto.**  
**la alternancia de AA D y L**

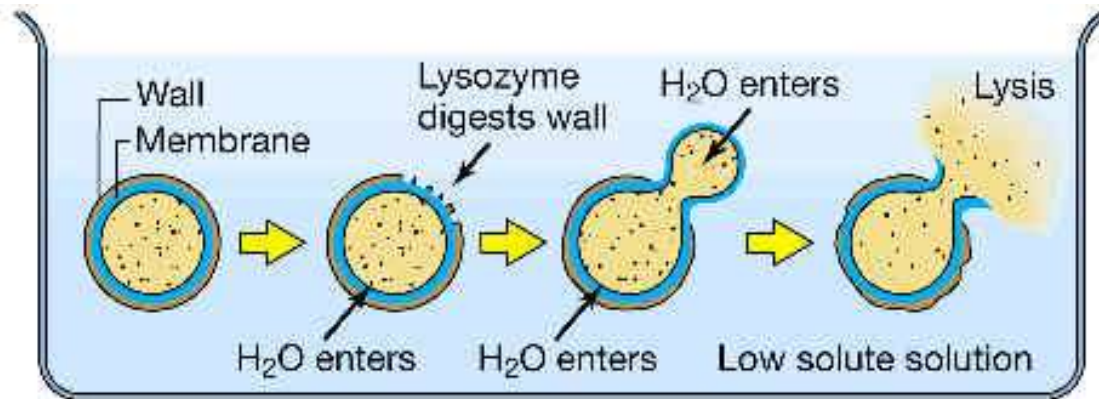
factor adicional que confiere fuerza estructural, y facilita la formación de puentes de H.

**2) Flexibilidad** (dada por las cadenas peptídicas) Ello colabora, junto con su rigidez, a soportar variaciones amplias de la tensión osmótica del protoplasto.

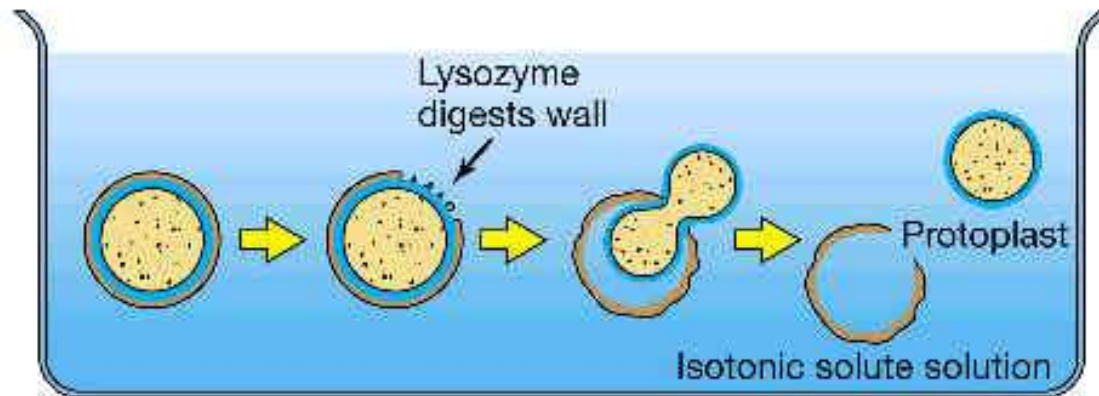
**3) Condiciona la forma celular.** Aunque la química del PG, por sí misma, no determina la forma, es su disposición espacial la responsable principal de esta forma.

# Función del PG

Forma y protección

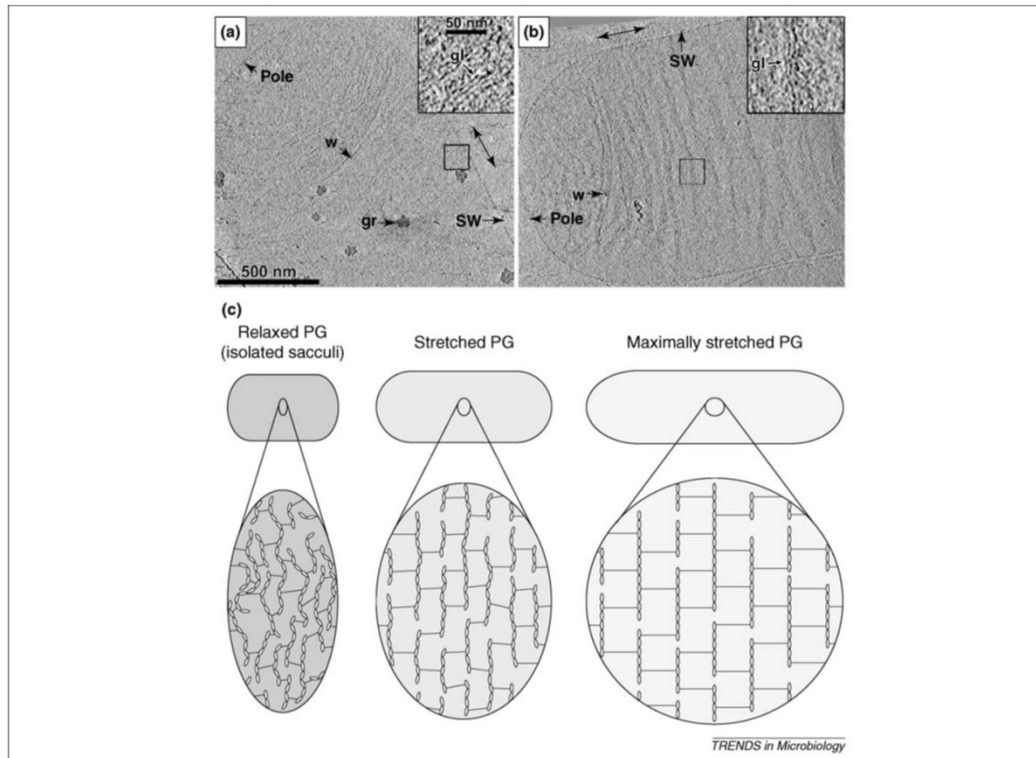


(a)



(b)

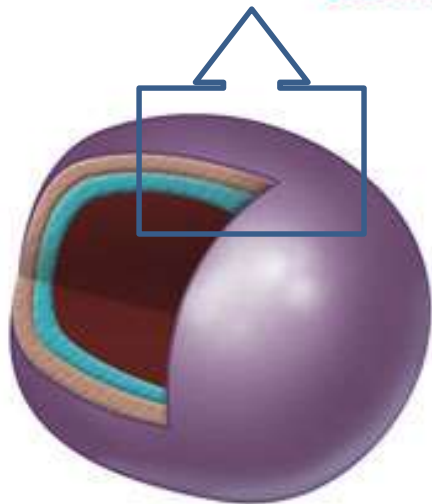
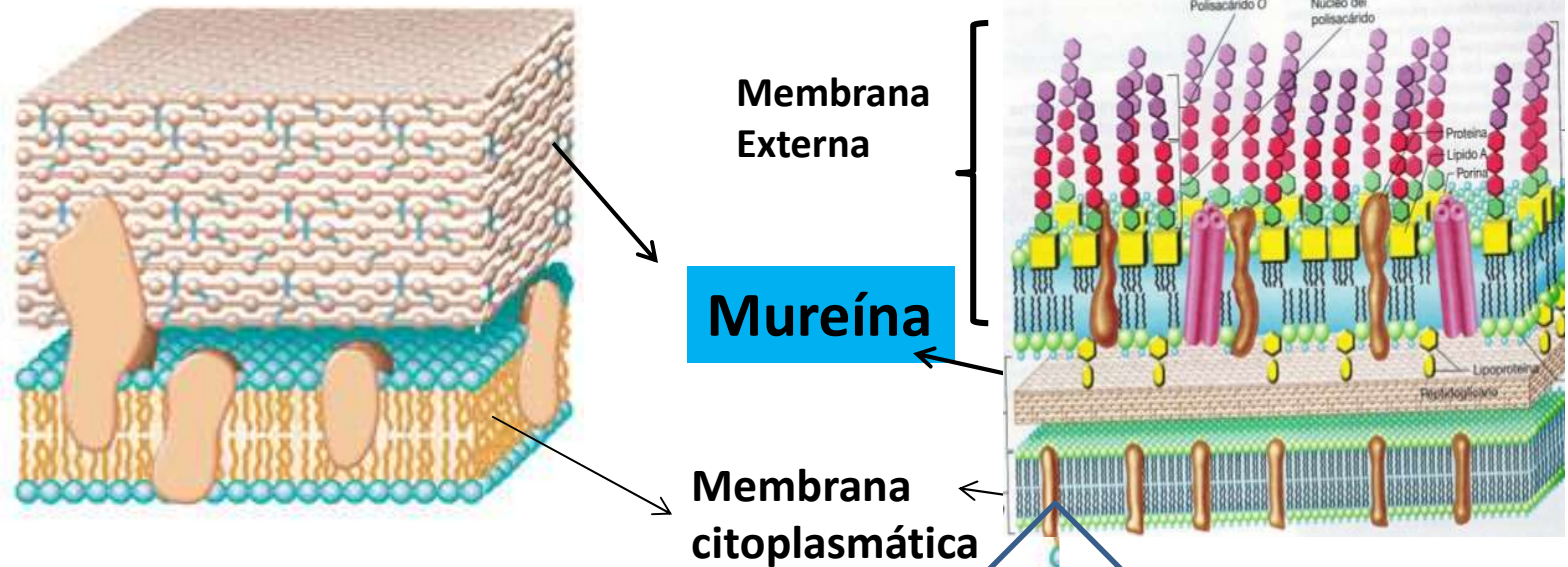
# Rol de la estructura del PG en el shock osmótico



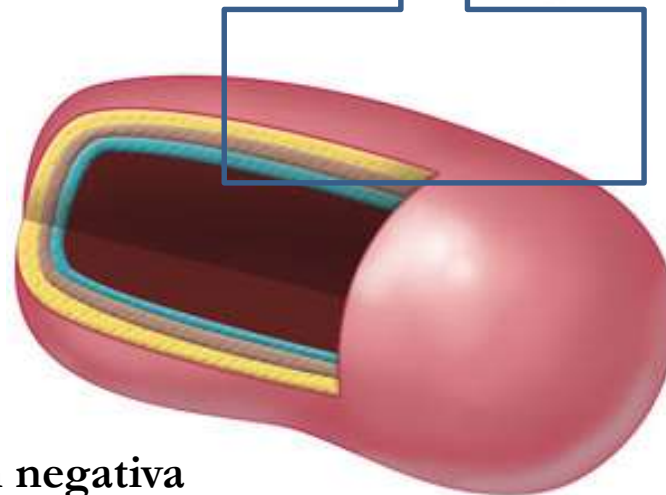
Elasticidad

El sáculo formado tiene la fuerza para resistir la turgencia celular de hasta 25 atmósferas presentes en las bacterias Gram-positivas. Y por otro lado no son paredes rígidas sino flexibles, lo que permite expansión reversible bajo presión, y tienen relativamente poros anchos, lo que permite la difusión de moléculas grandes como proteínas. El sáculo tiene un tamaño similar y forma como las células bacterianas de las que se aisló.

# Diversidad de estructuras



Gram positiva



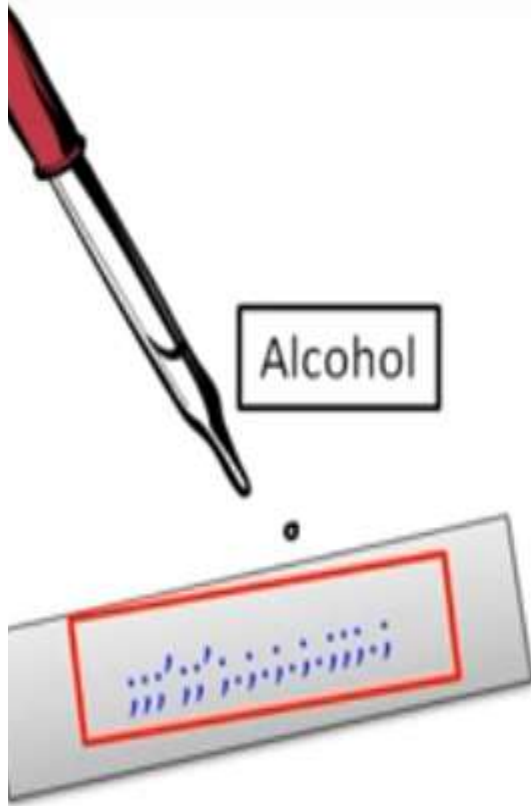
Gram negativa

## Diversidad estructural

- Paredes de eubacterias (Poseen PG)
  - Pared de bacterias Gram-positivas
  - Pared de Gram-negativas
  - Pared de bacterias ácido alcohol resistentes
  - Algunas tienen proteínas
- Paredes de arqueas : No tienen PG algunas tienen otro polisacárido, algunas tienen proteínas

# Hans Christian Joachim Gram

Danish Bacteriologist



**Gram positive**

✓ The bacteria that retain the colour of crystal violet even after alcohol treatment is the Gram positive

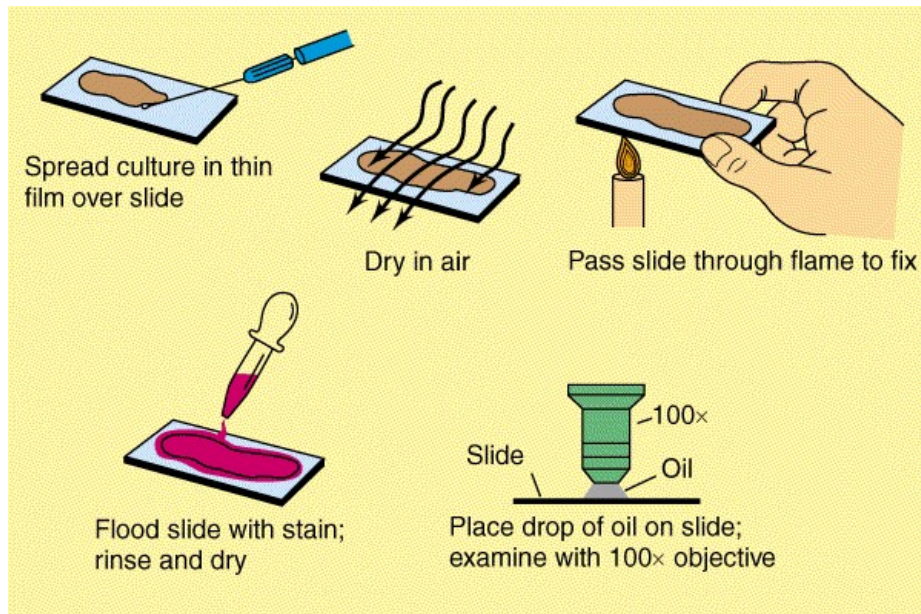


**Gram negative**

✓ The bacteria that lose the colour of crystal violet on alcohol treatment is the Gram negative

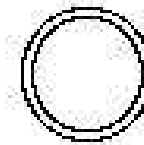
Differential staining is due to the difference in cell wall composition of Gram positive and Gram negative

# Tinción de Gram

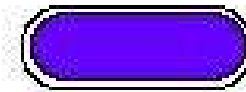
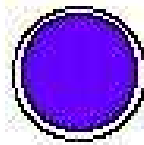


GRAM +

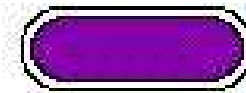
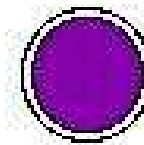
GRAM -



Fixation



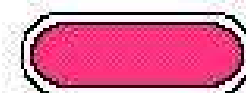
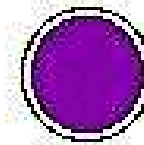
Crystal Violet



Iodine treatment

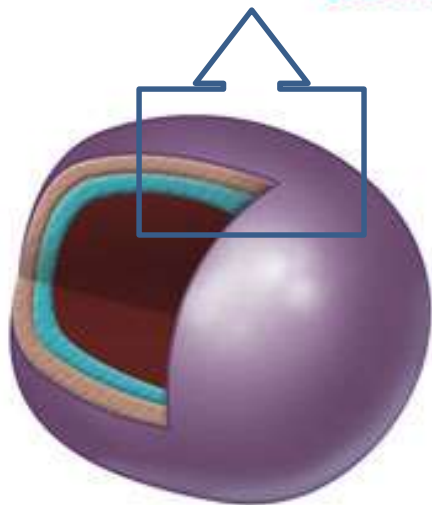
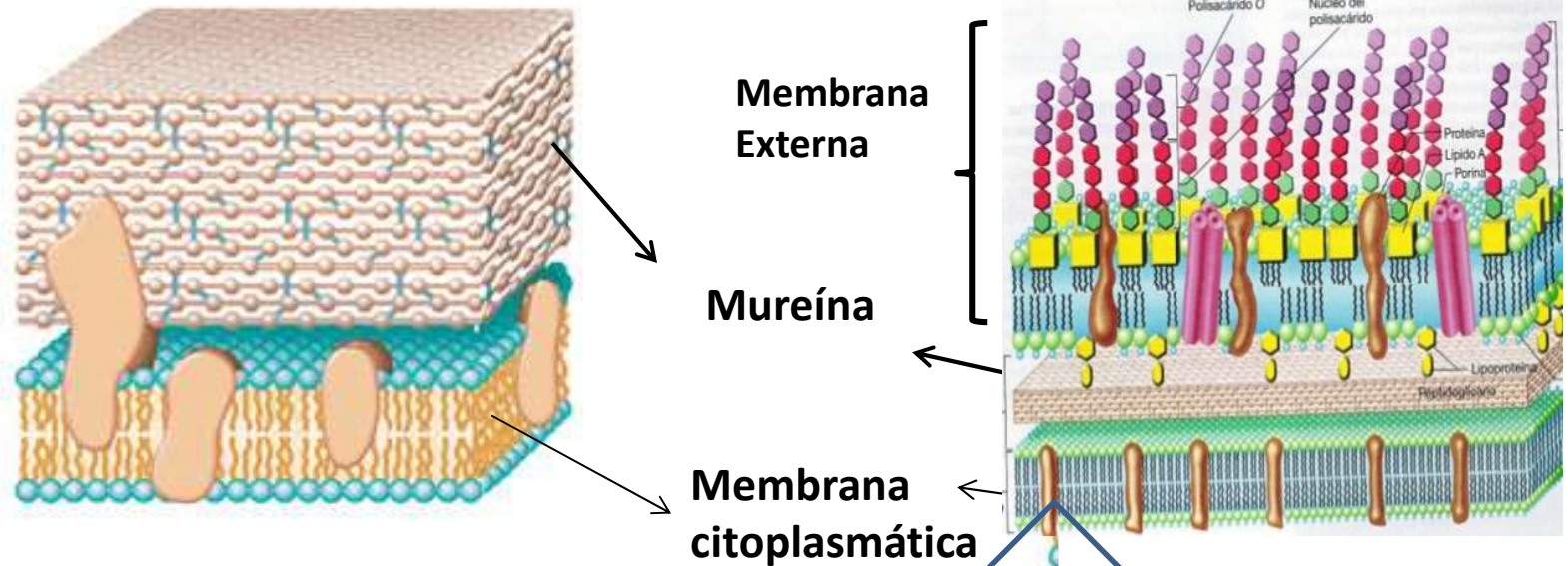


Decolorization

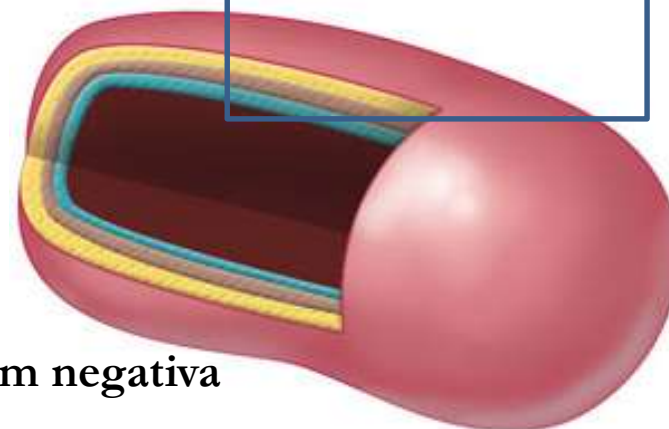


Counter stain (safranin)

# Esquema global de la envoltura de eubacterias

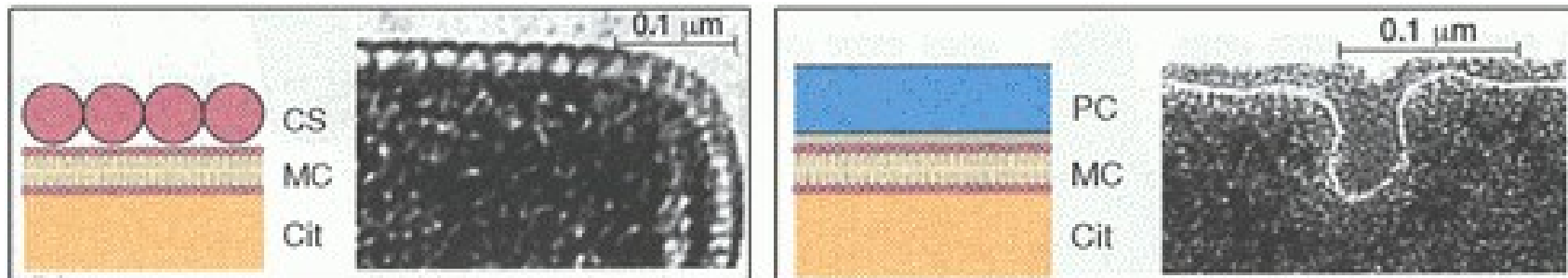


Gram positiva



Gram negativa

## Paredes de las arqueas



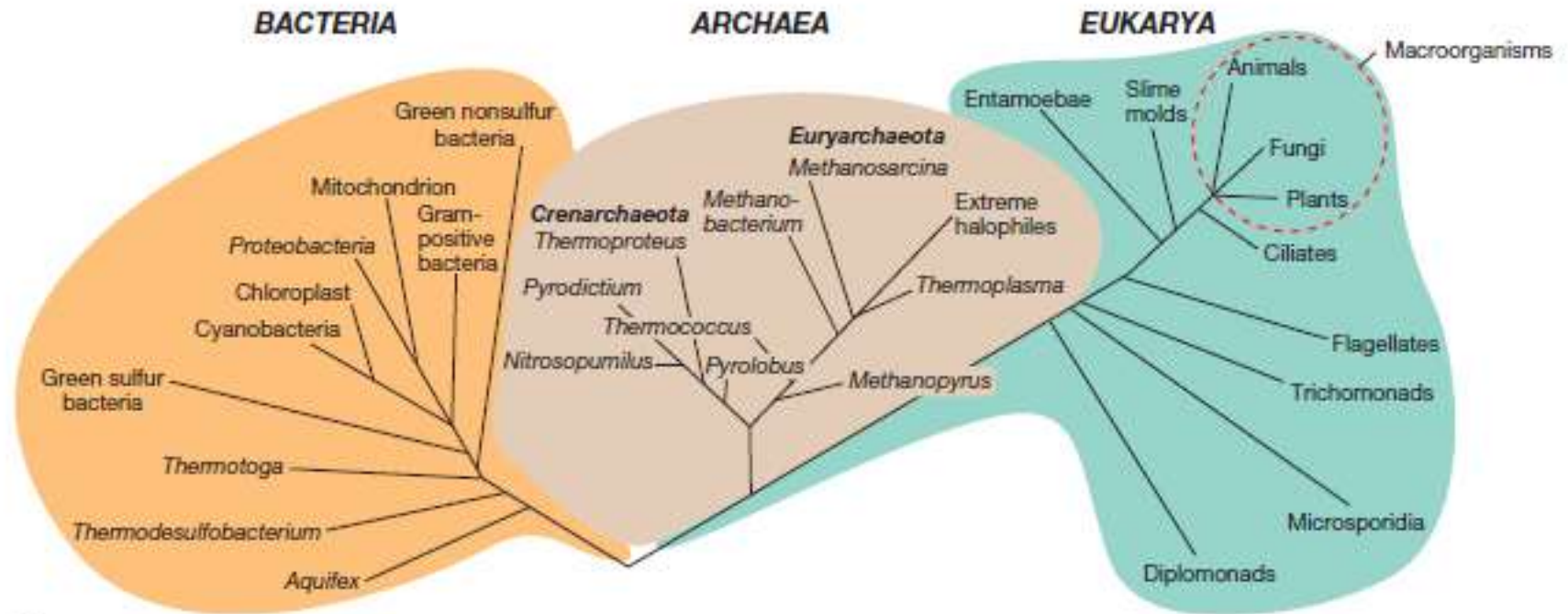
CS: capa superficial, MC: membrana citoplasmática, PC: pared celular, Cit: citoplasma

**Aunque las arqueas pueden comportarse como Gram-positivas o como Gram-negativas, no se suele aludir a esto en este dominio de procariotas, ya que sus paredes tienen poco que ver con las de eubacterias**

## Comparación de las características de eubacteria y archaea

2 Tipos celulares	3 Dominios Woese		Eu--/Bacteria	Archaea
Procariota	<i>Archaea</i>	Tipo celular	Procariota	Procariota
	<i>Bacteria</i>	Pared celular	Contiene peptidoglicano, componente universal de las bacterias	Contienen pseudomureina o capa S
Eucariota	<i>Eukarya</i>	Lípidos de membrana	AG unidos por unión éster al glicerol	Alcoholes isoprenoides ramificados unidos por unión éter al glicerol
		tRNA iniciador	Formil metionina	Metionina
		Transporte ABC y Sec	x	x
		Esteroles y hopanoides	En algunas	No están presentes
		Genoma	Único circular	Único circular
		Histonas	No contiene	Contiene histonas
		Intrones en el tRNA	no	si

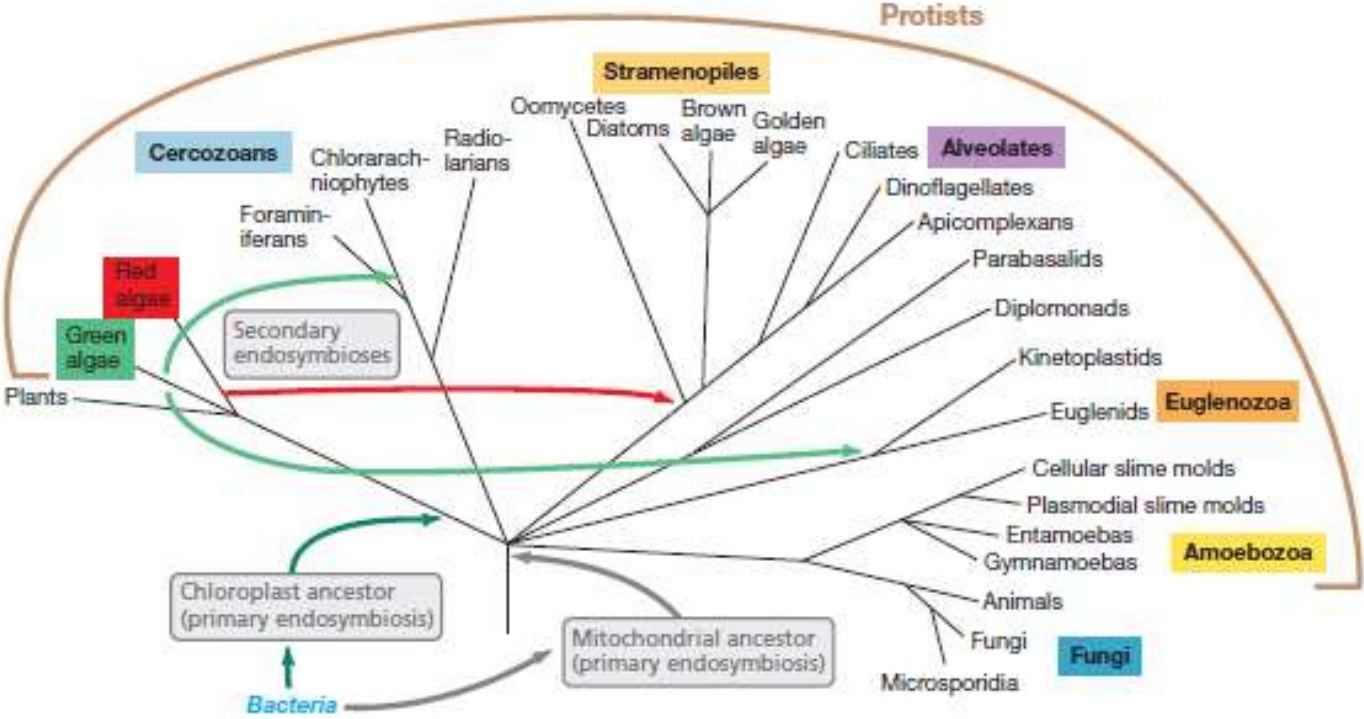
# Eucariotas Microbianos



Los eucariotas microbianos incluyen a los hongos, las algas y los protozoos, así como otros protistas.

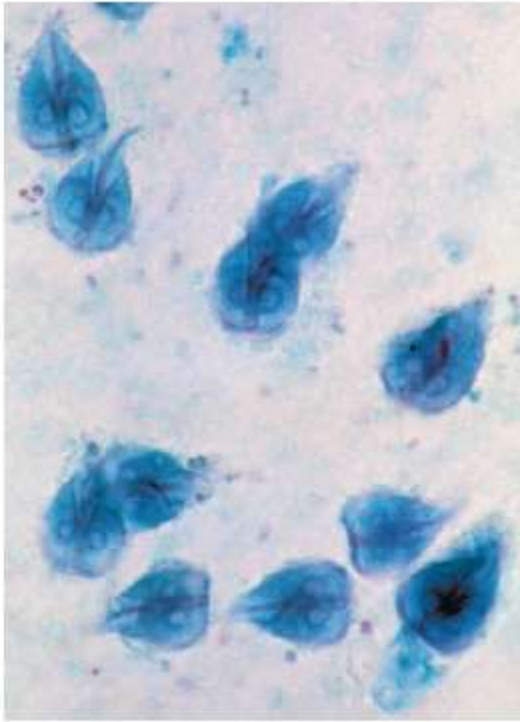
Las organelas metabólicas clave de los eucariotas son el cloroplasto, que funciona en la fotosíntesis, y la mitocondria o el hidrogenosoma, que funcionan en la respiración o la fermentación. Estas organelas fueron originalmente bacterias que establecieron una residencia permanente dentro de otras células (endosimbiosis).

# Protistas



## Diplomonads and Parabasalids

Key Genera: *Giardia*, *Trichomonas*



(a)



(b)

**Figure 17.4** Diplomonads and parabasalids. (a) Light photomicrograph of cells of *Giardia intestinalis*, a typical diplomonad. Note the dual nuclei. Cells are about 10  $\mu\text{m}$  wide. (b) Light photomicrograph of cells of the parabasalid *Trichomonas vaginalis*. Cells are about 6  $\mu\text{m}$  wide. The spear-like structure (axostyle) is used to attach the cell to urogenital tissues.

**Diplomonados.** Presentan dos núcleos de igual tamaño y también contienen mitosomas, que son mitocondrias muy reducidas que carecen de proteínas de la cadena de transporte de electrones y de enzimas del ciclo del ácido cítrico. *Giardia*.

**Parabasálidos.** Los parabasálidos contienen un cuerpo parabasal que, entre otras funciones, proporciona soporte estructural al complejo de Golgi de la célula. Estos eucariotas microbianos carecen de mitocondrias pero contienen hidrogenosomas para el metabolismo anaerobio. *Trichomonas vaginalis*.

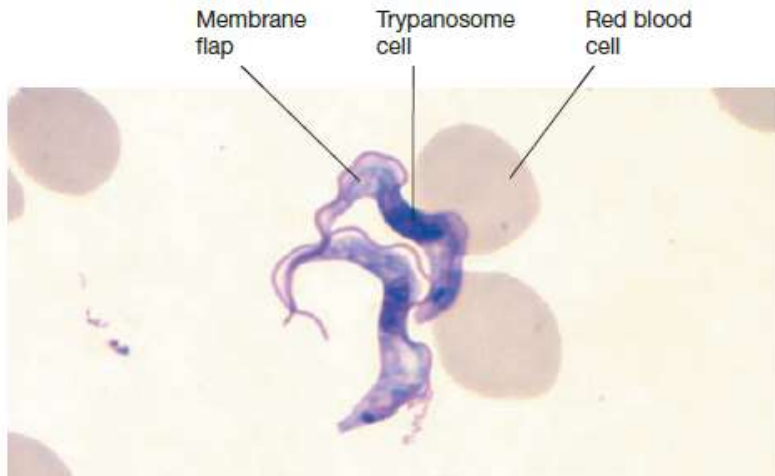
Los diplomonados son protistas unicelulares, flagelados y no fototróficos.

Los parabasálidos son patógenos humanos y poseen genomas muy grandes que carecen de intrones.

## Euglenozoans

Key Genera: *Trypanosoma*, *Euglena*

Los euglenozoos son protistas unicelulares y flagelados.



### Cinetoplástidos.

Poseen un cinetoplasto, una masa de ADN presente en su única y gran mitocondria.

*Trypanosoma*

Especies de *Leishmania*

Ambientes acuáticos / patógenos sanguíneos

**Figure 17.5** Trypanosomes. Photomicrograph of the flagellated euglenozoan *Trypanosoma brucei*, the causative agent of African sleeping sickness. Blood smear preparation. A cell is about 3  $\mu\text{m}$  wide.



**Figure 17.6** *Euglena*, a euglenozoan. (a) This phototrophic protist, like other euglenids, is not pathogenic. A cell is about 15  $\mu\text{m}$  wide. (b) High-magnification view.

### Eucariotas microbianos móviles, no patógenos, tanto quimiotróficos como fototróficos.

La mayoría de los euglenoides contienen dos flagelos, dorsal y ventral, y su motilidad activa les permite acceder tanto a ambientes iluminados como oscuros en su entorno para sostener sus estilos de vida nutricionales alternativos.

### Cloroplastos.

En la oscuridad, las células de *Euglena* pueden perder sus cloroplastos y comportarse como quimioorganótrofas.

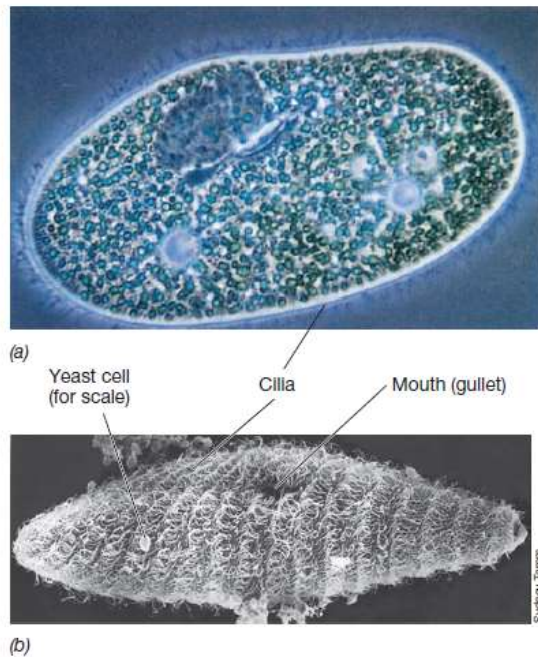
Pueden alimentarse de bacterias.

## Alveolados

Key Genera: *Gonyaulax*, *Plasmodium*, *Paramecium*

Alvéolos, sacos citoplasmáticos ubicados justo debajo de la membrana citoplasmática. Función desconocida. Equilibrio osmótico.

Los **ciliados** utilizan cilios para la motilidad y la alimentación (*Paramecium*); los **dinoflagelados** son móviles mediante un flagelo; y los **apicomplejos** son parásitos de animales.



**Figure 17.7** *Paramecium*, a ciliated protist. (a) Phase-contrast photomicrograph. (b) Scanning electron micrograph. Note the cilia in both micrographs. A single *Paramecium* cell is about 60  $\mu\text{m}$  in diameter.

Los **ciliados** son únicos entre los protistas por presentar dos tipos de núcleos: micronúcleos y macronúcleos.

**Genes en el macronúcleo:** funciones celulares básicas, como el crecimiento y la alimentación.

**Genes en el micronúcleo:** reproducción sexual, que ocurre mediante una fusión parcial de dos células de *Paramecium* y el intercambio de micronúcleos.

Muchas especies de *Paramecium* (así como muchos otros protistas) son hospedadoras de procariontas o eucariotas endosimbiontes, siendo estos últimos generalmente algas verdes.

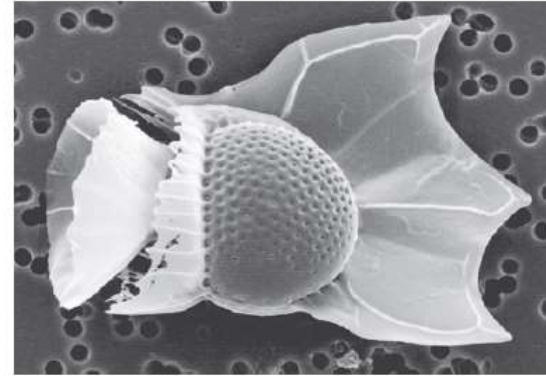
Los protistas ciliados del intestino posterior de las termitas contienen metanógenos endosimbiontes (Archaea) que consumen  $\text{H}_2$  y  $\text{CO}_2$  para producir metano ( $\text{CH}_4$ ). Los propios ciliados también pueden ser simbiotes: ciliados anaerobios obligados están presentes en el rumen, participando en los procesos digestivos y fermentativos del animal.

## Dinoflagelados

Alveolados fototróficos: realizan fotosíntesis mediante endosimbiosis secundaria.

Los dinoflagelados poseen dos flagelos de diferente longitud y con distintos puntos de inserción en la célula: uno transversal y otro longitudinal.

De vida libre o simbiotes.

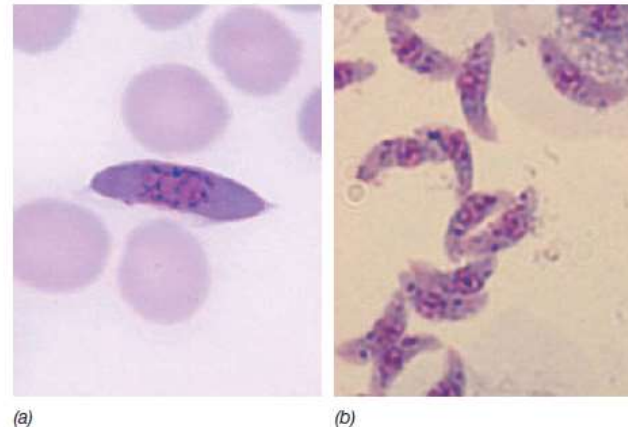


**Figure 17.9** The marine dinoflagellate *Ornthocercus magnificus* (an alveolate). The cell proper is the globular central structure; the attached ornate structures are called *lists*. A cell is about 30  $\mu\text{m}$  wide.

## Apicomplejos

Parásitos obligados no fototróficos que causan enfermedades humanas graves como la malaria (*Plasmodium* spp.) y la toxoplasmosis.

También contienen apicoplastos, cloroplastos degenerados sin capacidad fototrófica pero con algunos genes propios.



**Figure 17.11** Apicomplexans. (a) A gametocyte of *Plasmodium falciparum* in a blood smear. The gametocyte is the stage in the malarial parasite life cycle that infects the mosquito vector. (b) Sporozoites of *Toxoplasma gondii*.

La mayoría de los ciliados y dinoflagelados son organismos de vida libre, mientras que los apicomplejos son parásitos obligados de animales.

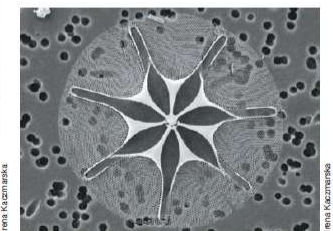
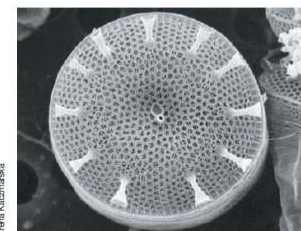
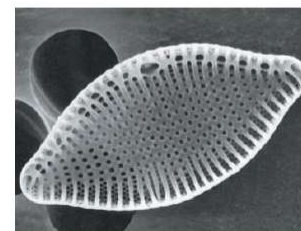
## Stramenópilos

Key Genera: *Phytophthora*, *Nitzschia*, *Ochromonas*, *Macrocystis*

Microorganismos quimioorganotróficos y fototróficos, así como macroorganismos.

Los estramenópilos son protistas que presentan un flagelo con finas extensiones similares a pelos.

Las **diatomeas** son eucariotas microbianos unicelulares y fototróficos, componentes principales del fitoplancton en aguas marinas y dulces. Poseen una pared celular de sílice a la que se le agregan proteínas y polisacáridos.



**Figure 17.12** Diatom frustules. (a) Dark-field photomicrograph of a collage of frustules from different diatom species showing various forms of symmetry. (b–d) Scanning electron micrographs of diatom frustules showing pinnate (part b) or radial (parts c, d) symmetry. Diatoms vary considerably in size from very small species about 5  $\mu\text{m}$  wide to larger species up to 200  $\mu\text{m}$  wide.

## Algas doradas y pardas

Las algas doradas son **unicelulares**, con dos flagelos de distinta longitud. Sus cloroplastos presentan pigmentos dominados por el carotenoide pardo fucoxantina.



Las algas pardas son principalmente marinas, **multicelulares** y típicamente macroscópicas.

## Amoebozoa

Key Genera: *Amoeba*, *Entamoeba*, *Physarum*, *Dictyostelium*

Pseudópodos con forma de lóbulos para el movimiento y la alimentación.

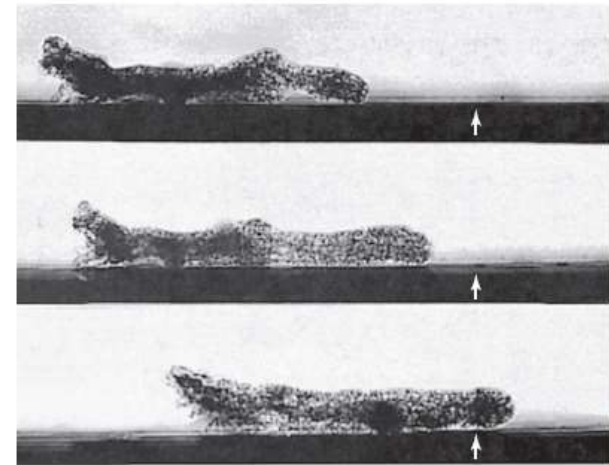
### Gymnamoebas and Entamoebas

entamoebas son parásitos de vertebrados e invertebrados



*Movimiento ameboide*

Se alimentan en bacterias, otros protistas, y materia orgánica



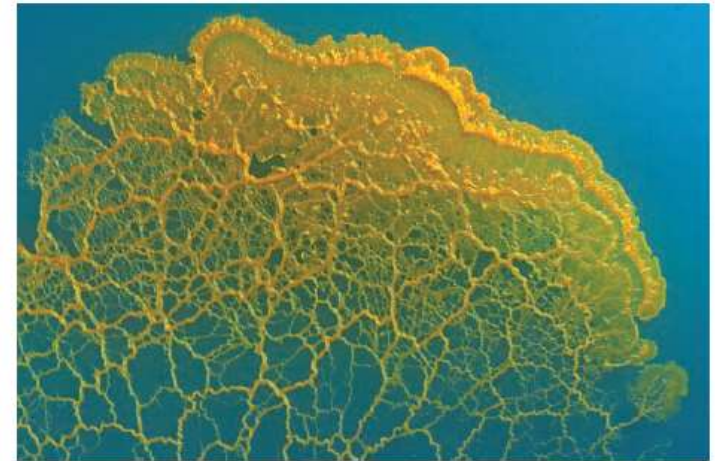
**Figure 17.15** Time-lapse view of the amoebozoan *Amoeba proteus*. The time interval from top to bottom is about 6 sec. The arrows point to a fixed spot on the surface. A single cell is about 80  $\mu\text{m}$  wide.

# Slime Molds

móviles

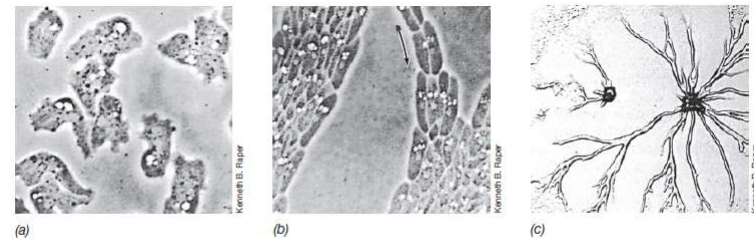
*Plasmodial slime molds*

*cellular slime molds*

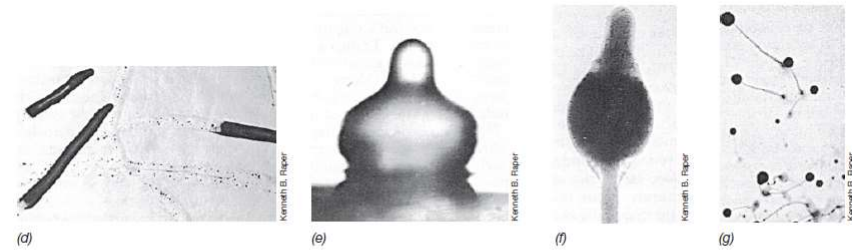


**Figure 17.16** Slime mold. The plasmodial slime mold *Physarum* growing on an agar surface. The plasmodium is about 5 cm long and 3.5 cm wide.

Los mohos mucilaginosos pueden mantenerse en un estado vegetativo durante largos períodos, pero eventualmente forman estructuras diferenciadas similares a esporas que pueden permanecer en reposo y luego germinar para generar nuevamente el estado ameboide activo.



Formación de cuerpos fructíferos



**Figure 17.17** Photomicrographs of various stages in the life cycle of the cellular slime mold *Dictyostelium discoideum*. (a) Amoebae in preaggregation stage. (b) Aggregating amoebae. Amoebae are about 300  $\mu\text{m}$  in diameter. (c) Low-power view of aggregating amoebae. (d) Migrating pseudoplasmodia (slugs) moving on an agar surface and leaving trails of slime behind. (e, f) Early stage of fruiting body. (g) Mature fruiting bodies. Figure 17.18 shows the sizes of these structures.

## Fungi (no son protistas)

Mohos, hongos (setas) y levaduras

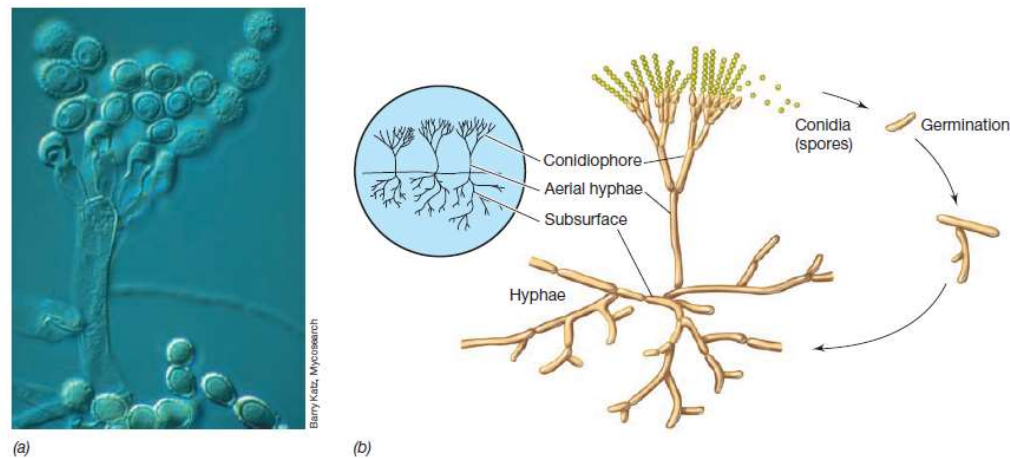
Los hongos son el grupo microbiano más estrechamente relacionado con los animales.

La mayoría de los hongos son microscópicos y terrestres.

Los hongos son quimioorganótrofos y la mayoría son aerobios.

La mayoría de los hongos son multicelulares y forman una red de filamentos llamados hifas (singular, hifa), a partir de los cuales se producen esporas asexuales.

Las hifas son paredes celulares tubulares que rodean la membrana citoplasmática.

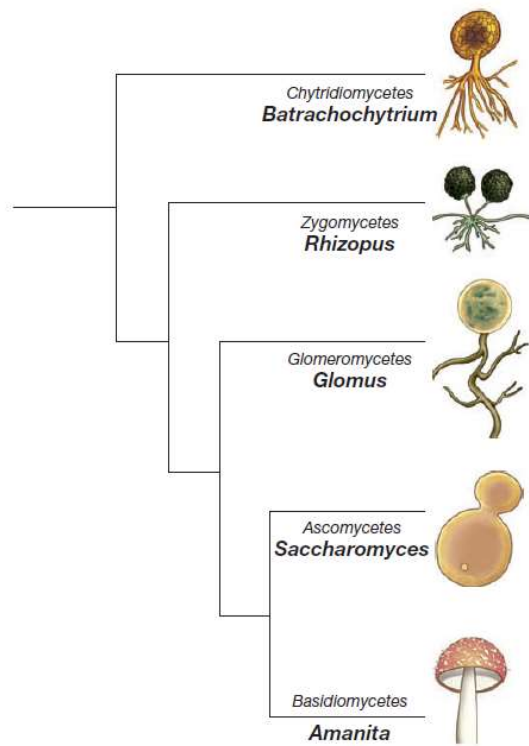


**Figure 17.19** Fungal structure and growth. (a) Photomicrograph of a typical mold fungus. Spherical structures at the ends of aerial hyphae are asexual spores (conidia). (b) Diagram of a mold life cycle. The conidia can be dispersed by either wind or animals and are about 2  $\mu\text{m}$  wide.

A diferencia de los hongos miceliales, algunos hongos crecen como células individuales; estos son las levaduras.

La mayoría de las paredes celulares de los hongos están compuestas por quitina, un polímero de N-acetilglucosamina.

Otros polisacáridos como mananos y galactosanos, o incluso la celulosa, pueden reemplazar o complementar la quitina en algunas paredes celulares fúngicas. Las paredes celulares de los hongos son típicamente 80–90% polisacáridos, con pequeñas cantidades de proteínas, lípidos, polifosfatos e iones inorgánicos formando la matriz cementante.



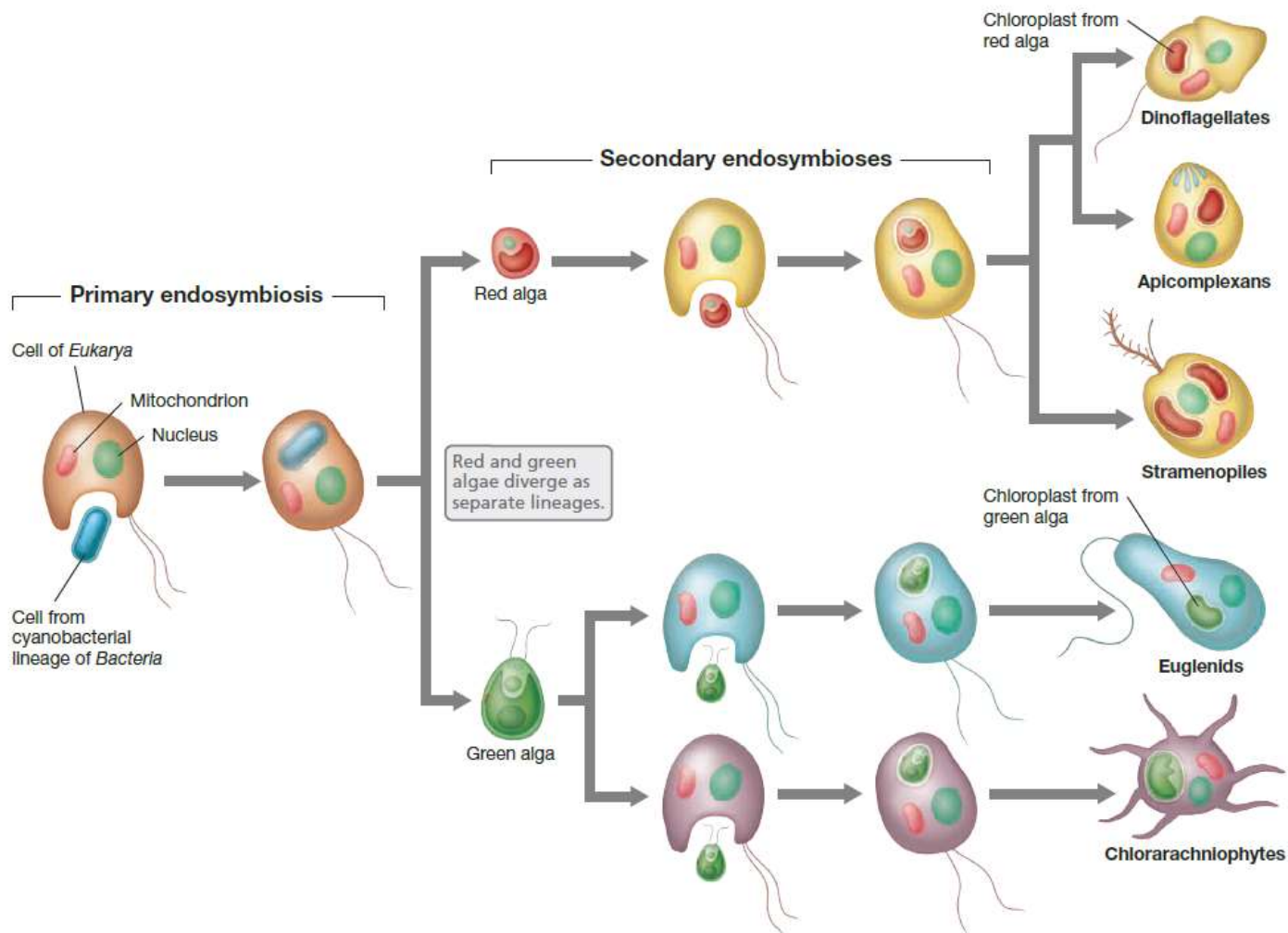
## Ascomycetes

Key Genera: *Saccharomyces*, *Candida*, *Aspergillus*

A diferencia de los protistas, los hongos se distinguen principalmente por su pared celular rígida, la producción de esporas y la falta de motilidad.

**Figure 17.23** Phylogeny of fungi. This generalized phylogenetic tree based on 18S ribosomal RNA gene sequences depicts the relationships among the major groups (phyla) of fungi. A typical genus is listed for each group and depicted in the tree.

## Endosimbiosis primaria y secundaria: el ejemplo de los protistas

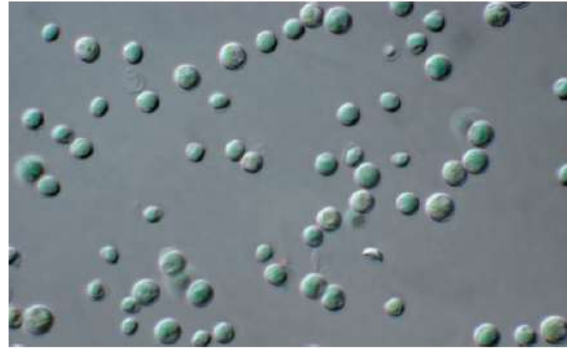


**Figure 17.2 Endosymbioses.** Following primary endosymbiotic association(s) leading to the mitochondrion, primary endosymbioses with photosynthetic *Bacteria* led to the red and green algae. Secondary symbioses of green and red algae spread the property of photosynthesis to many independent lineages of protists.

## Algas Rojas y Verdes



**Figure 17.31** *Polysiphonia*, a filamentous marine red alga. Light micrograph. *Polysiphonia* grows attached to the surfaces of marine plants. Cells are about 150  $\mu\text{m}$  wide.



**Figure 17.32** *Galdieria*, a unicellular red alga. This alga grows at low pH and high temperature in hot springs. The cells are about 25  $\mu\text{m}$  in diameter and are more blue-green than red in color because *Galdieria* contains mainly phycocyanin rather than phycoerythrin as its phycobilin. See page 543 for interesting features of the genome of *Galdieria*.

Solo las algas rojas y verdes se originaron a partir de eventos de endosimbiosis primaria.

Las algas rojas son fototróficas y contienen clorofila a; sus cloroplastos carecen de clorofila b pero contienen ficobiliproteínas. Cianobacterias.

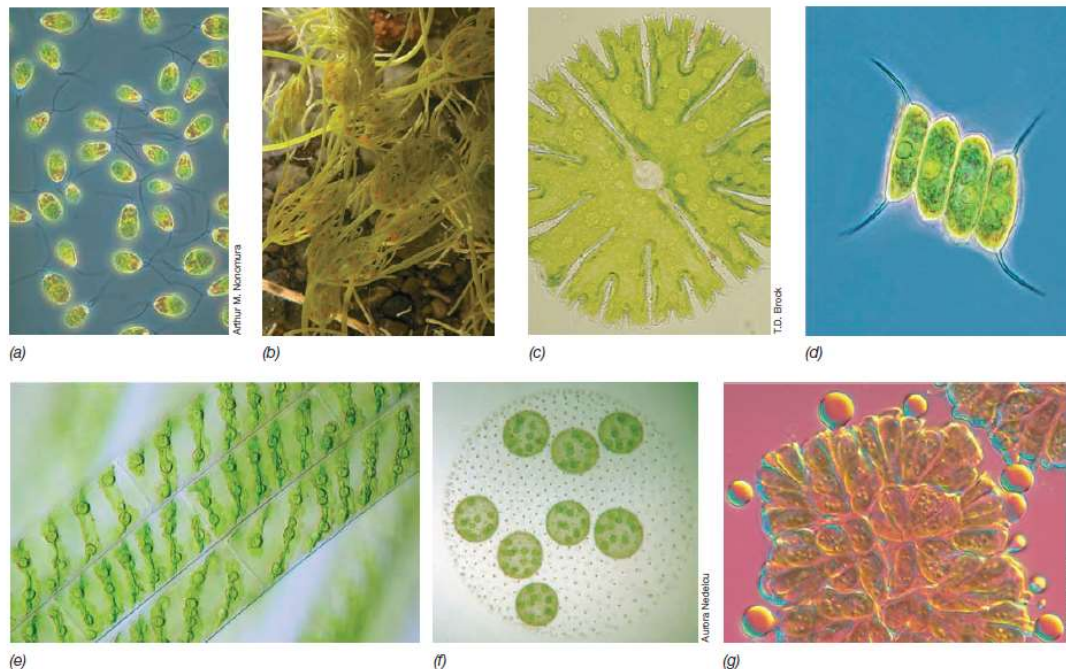
Ficoeritrina, un pigmento accesorio que enmascara el color verde de la clorofila.

La mayoría de las especies de algas rojas son multicelulares y carecen de flagelos.

Las algas rojas son en su mayoría marinas y varían desde formas unicelulares hasta multicelulares. Su color rojizo se debe al pigmento ficoeritrina, un pigmento clave de las cianobacterias, presente en sus cloroplastos.

**Algas verdes:** los pigmentos fotosintéticos son similares a los de las plantas y están estrechamente relacionadas con ellas filogenéticamente. Incluyen formas microscópicas como *Chlamydomonas* y *Dunaliella*, y las carofíceas como *Chara*.

La morfología de las clorofitas varía desde formas unicelulares hasta filamentosas, con células dispuestas extremo con extremo, o coloniales, como agregados de células. Incluso existen especies multicelulares, como el alga marina *Ulva*. La mayoría de las algas verdes presenta un ciclo de vida complejo, con etapas reproductivas tanto sexuales como asexuales.



**Figure 17.33** Green algae. (a) A single-celled, flagellated green alga, *Dunaliella*. A cell is about 5  $\mu\text{m}$  wide. (b) The plantlike green alga *Chara*. (c) *Micrasterias*. This single multilobed cell is about 100  $\mu\text{m}$  wide. (d) *Scenedesmus*, showing packets of four cells each. (e) *Spirogyra*, a filamentous alga with cells about 20  $\mu\text{m}$  wide. Note the green spiral-shaped chloroplasts. (f) *Volvox carteri* colony with eight daughter colonies. (g) The petroleum-producing green alga, *Botryococcus braunii*. Note the excreted oil droplets surrounding the cell.

Las algas verdes son comunes en ambientes acuáticos y pueden ser unicelulares, filamentosas, coloniales o multicelulares. Un alga verde unicelular, *Ostreococcus*, posee el genoma más pequeño conocido entre los eucariotas fototróficos, mientras que el alga verde *Volvox* es un modelo de organismo fototrófico colonial.

# Bibliografía General

Biología de los microorganismos. BROCK, MADIGAN, MARTINKO, PARKER. 14ra Edición (2014)

The Physiology and Biochemistry of Prokaryotes by David White, James Drummond and Clay Fuqua ( 2011)

Structural and functional relationship in bacteria. Larry Barton 2005