



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
SETOR DE GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR**

INTRODUÇÃO À CÉLULA

Profa. Dra. Nívea Macedo

- Células são as unidades estruturais e funcionais de todos os seres vivos.
- A maioria dos organismos vivos é unicelular.
- O corpo humano contém, pelo menos, 10^{14} células.
- Organismos multicelulares têm muitos tipos diferentes células, que variam no tamanho, forma e função especializada.
- Apesar de suas muitas diferenças, células de todas as espécies compartilham certas características estruturais.

- Os organismos vivos podem ser classificados em dois grupos com base na estrutura celular: **eucariotos** e **procariotos**.
- A maioria das células procarióticas são pequenas e simples e vivem como organismos independentes ou comunidade organizadas.
- Procariotos apresentam formato esférico ou possuem forma de bastonete

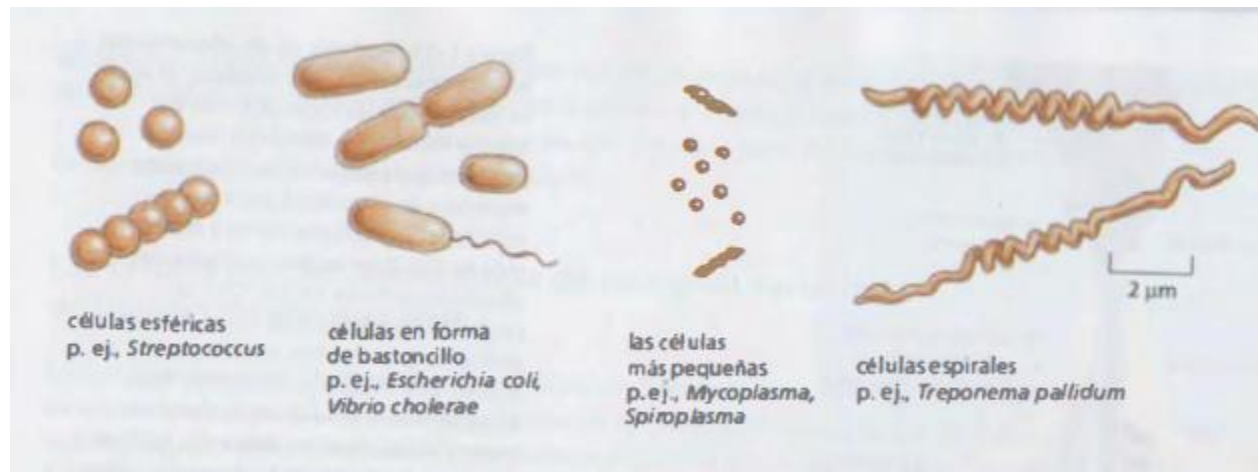
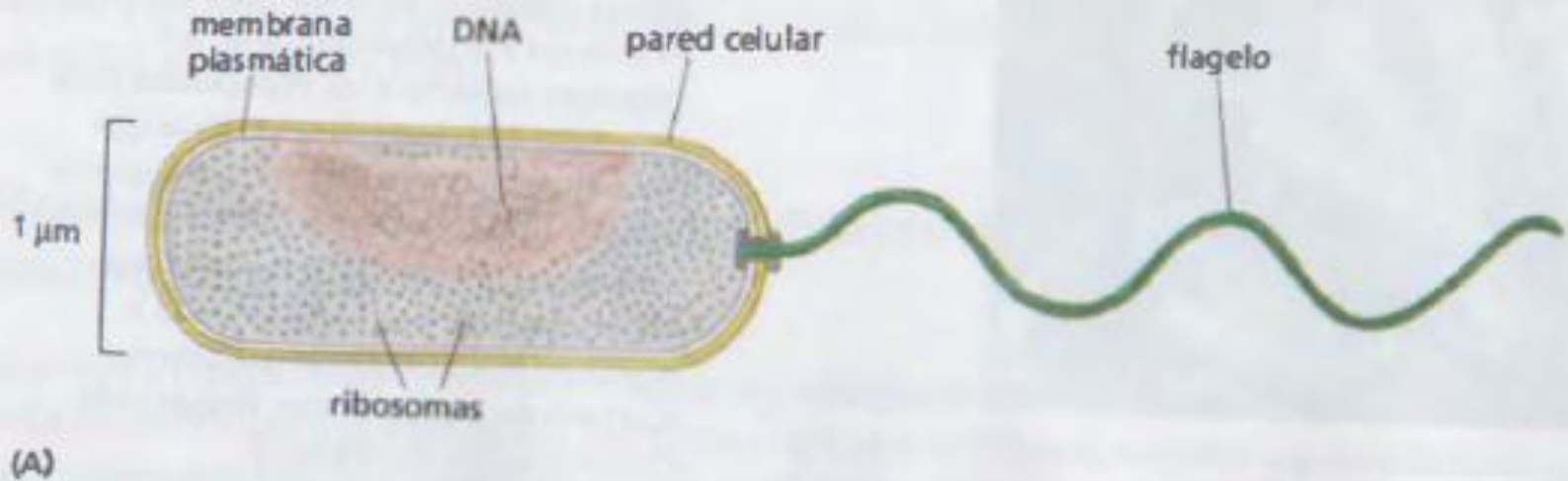


Figura 1-18 Estructura de una bacteria. (A) La bacteria *Vibrio cholerae* muestra una organización sencilla. *Vibrio* tiene un apéndice helicoidal en un extremo –un flagelo– que rota empujando a la célula hacia adelante. (B) Electromicrografía de transmisión de una sección longitudinal de la bacteria *E. coli*. Esta bacteria está emparentada con *Vibrio* pero tiene muchos flagelos distribuidos en su superficie (no visibles en esta sección). El DNA de ambas células se concentra en la zona más pálida de la bacteria. (B, cortesía de E. Kellenberger.)

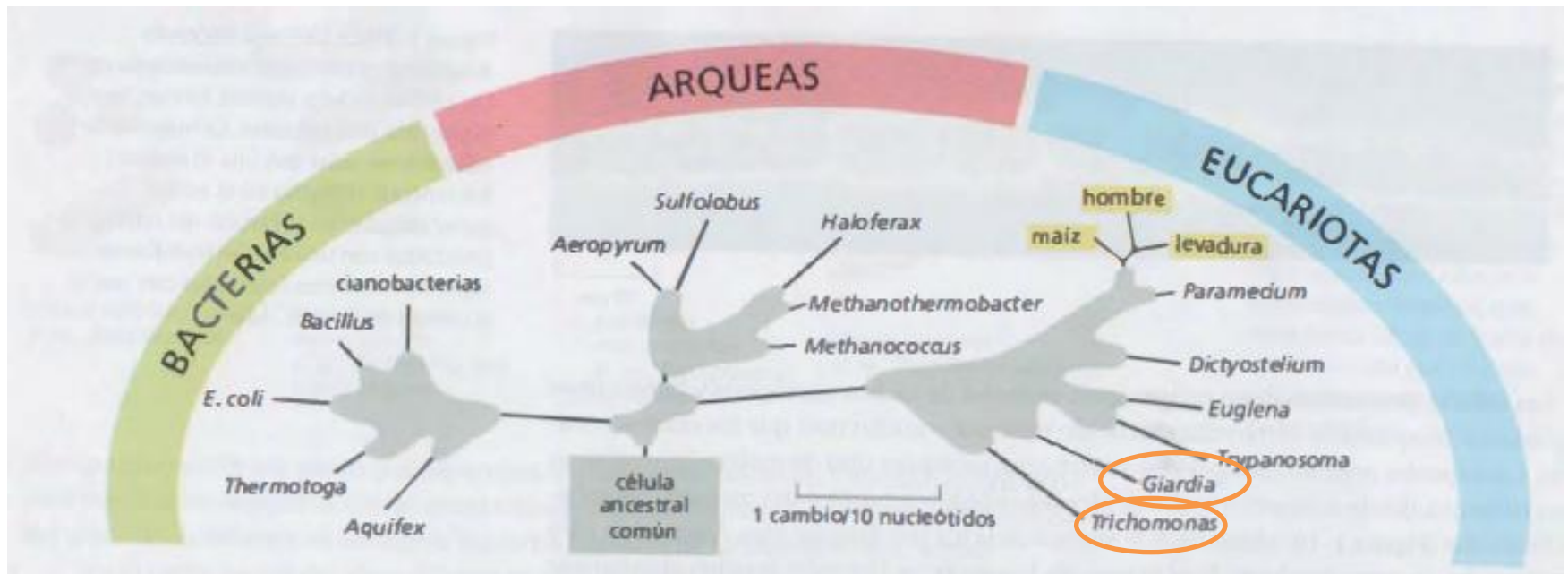


estrutura_bacteria.swf



fissao_binaria.swf

- Os dois grupos de procariotos são chamados de bactérias (ou eubactérias) e arqueobactérias



- **As arqueobactérias são encontradas geralmente em ambientes inóspitos: pântanos, esgotos, fundos oceânicos, salinas e fontes ácidas; mas também podem ser encontradas em ambientes menos extremos: solos, lagos e estômago de bovinos.**
- **As arqueobactérias se assemelham mais aos eucariotos em relação à maquinaria da informação genética, mas se assemelham mais às bactérias em relação ao metabolismo e à conversão de energia.**

A maioria das células são microscópicas. Células animais de plantas possuem tipicamente de 5 a 100µm de diâmetro e muitas bactérias têm apenas 1 a 2µm de comprimento (1µm = 10^{-6} m).

Todas as células vivas possuem, pelo menos em parte de sua vida, um núcleo ou um nucleóide, onde o genoma é armazenado e replicado.

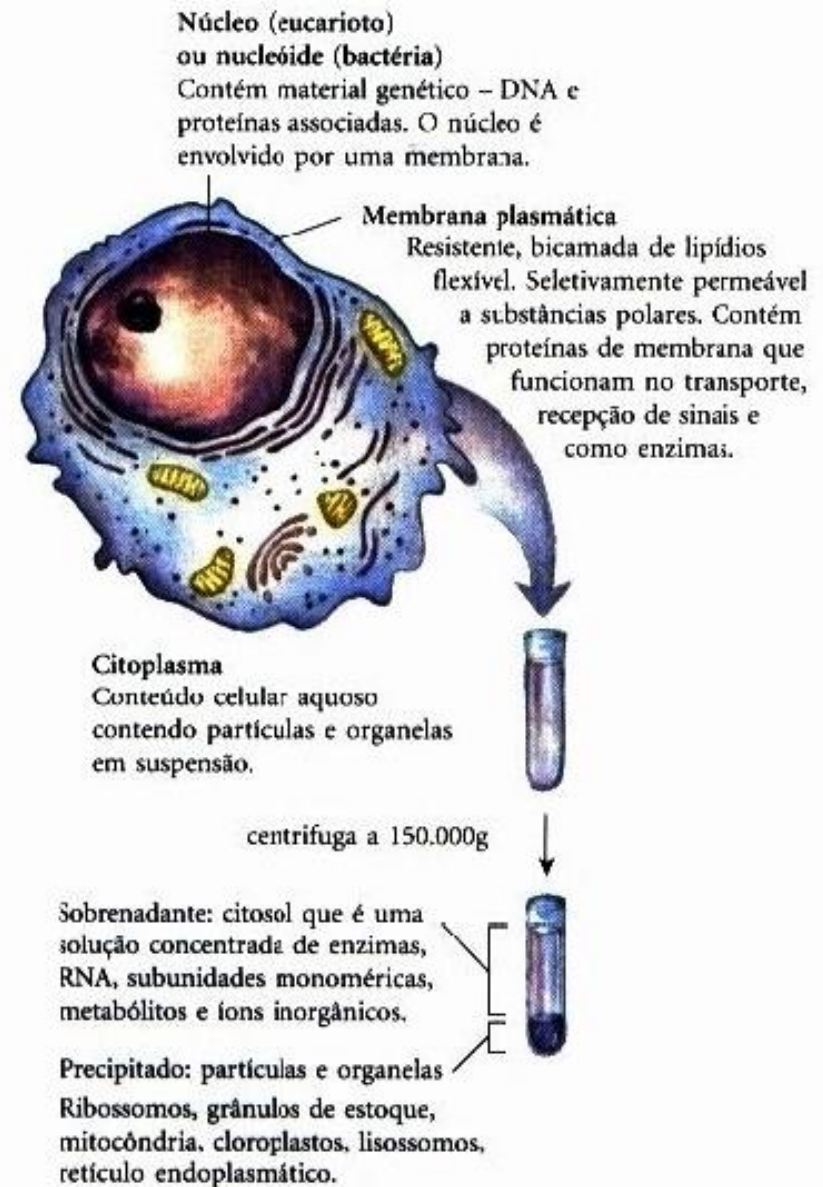
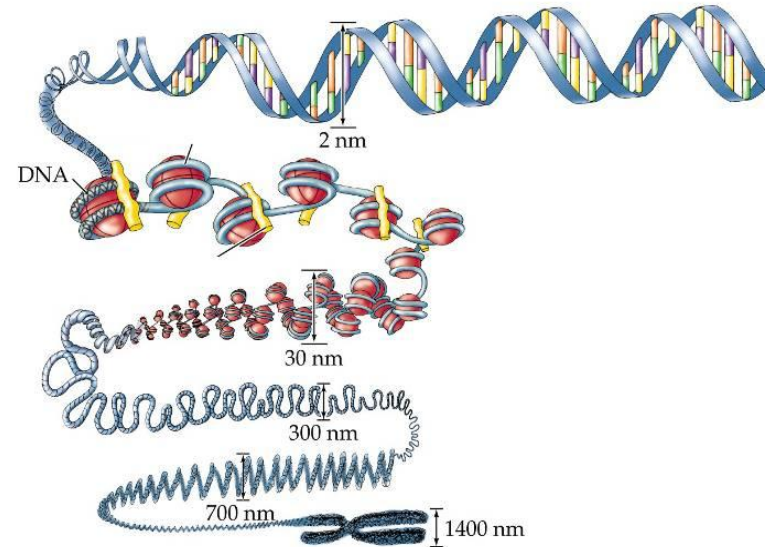
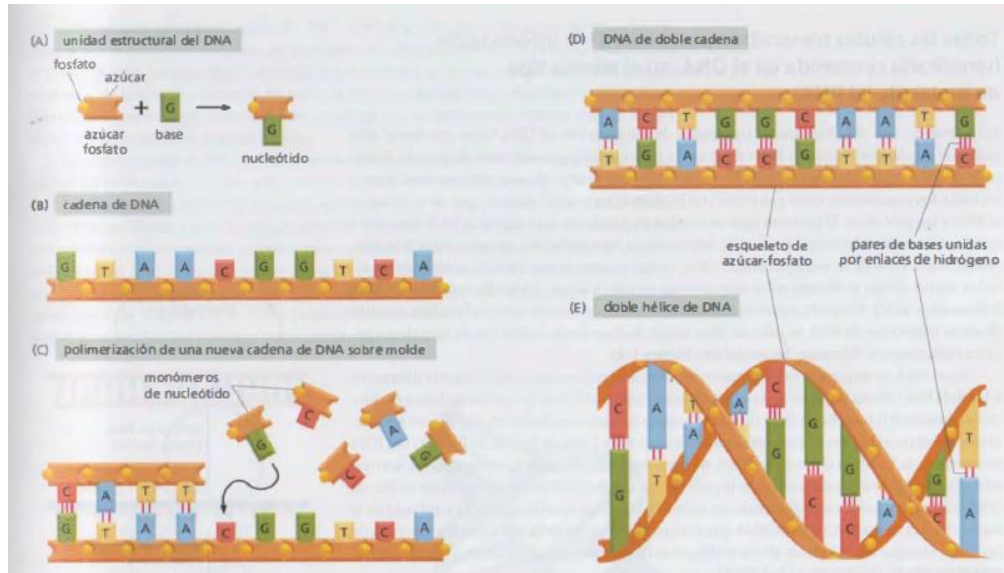


Figura 2-1 – Características universais das células vivas. Todas as células têm um núcleo ou nucleóide, uma membrana plasmática e um citoplasma. O citosol é operacionalmente definido como aquela parte do citoplasma que permanece no sobrenadante depois da centrifugação de um extrato celular a 150.000g por 1h.

- Todas as células armazenam suas informações hereditárias na forma de moléculas de DNA fita dupla.



bmol_6_7_8_estrutura_dos_cromossomos_em_eucariotos.swf

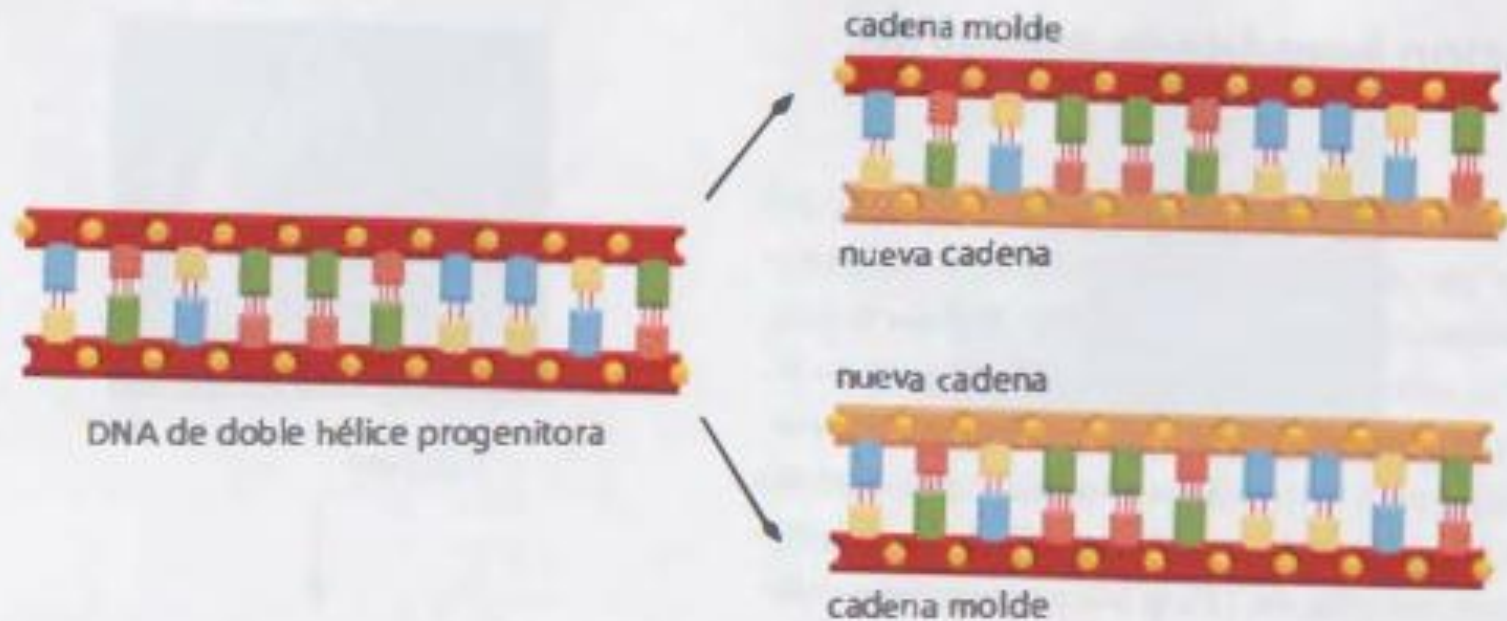
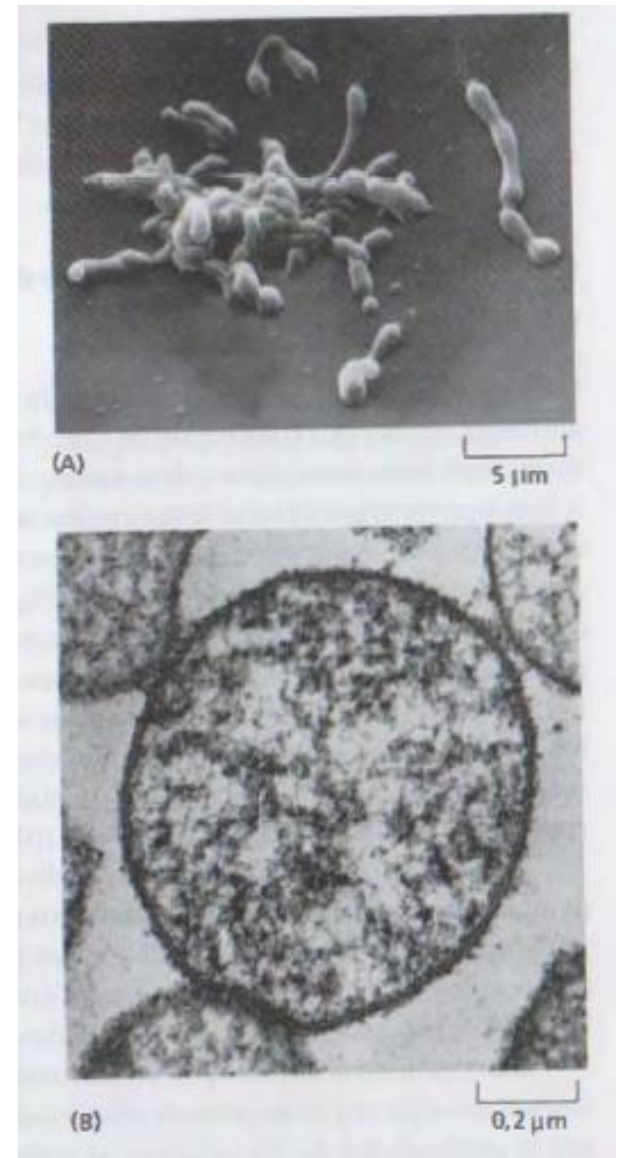


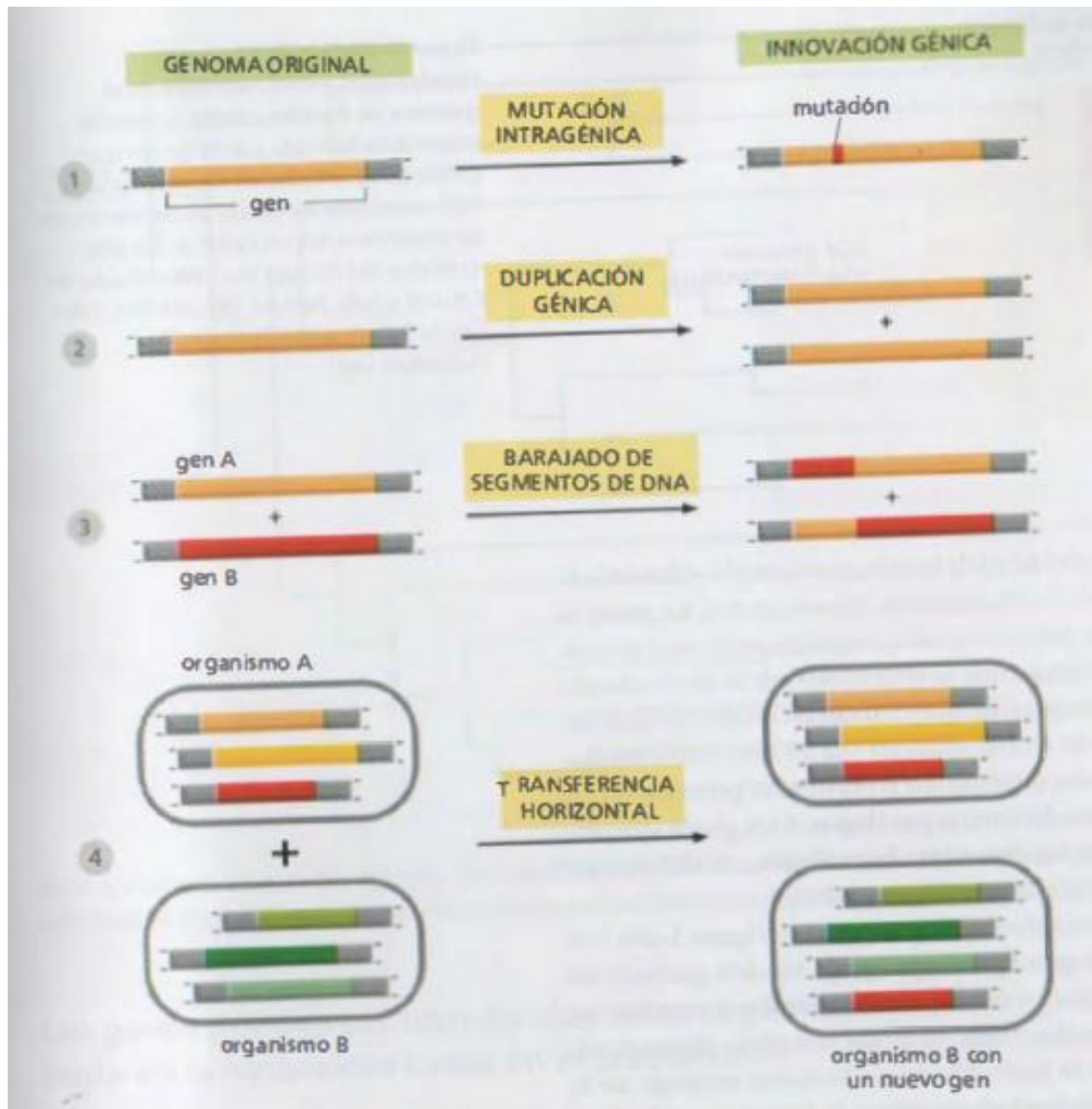
Figura 1-3 Copiado de la información genética por replicación del DNA. En este proceso, las dos cadenas de una doble hélice de DNA se separan y cada una de ellas actúa de molde para la síntesis de una nueva cadena complementaria.

- Alguns genes evoluem rapidamente, outros são altamente conservados.
- Segmentos do DNA que não codificam proteínas ou RNAs estão livres para sofrer mutações de acordo com a frequência randômica dos erros.
- Um gene que codifica para uma proteínas essencial ou RNA não pode ser alterado tão facilmente, quando ocorrem os erros, as células defeituosas são quase sempre eliminadas.
- A maioria das bactérias e arqueobactérias tem entre 1000 e 6000 genes.

- Uma célula viva pode existir com menos de 500 genes.
- Um dos menores genomas conhecidos é o da bactéria *Mycoplasma genitalium*, um parasita em mamífero que possui apenas 480 genes



- Novos genes são gerados a partir de genes preexistentes.



Genes homólogos: são genes relacionados por descendência (**ortólogos e parálogos**).

Genes ortólogos: são genes de duas espécies diferentes derivados do mesmo gene ancestral do último ancestral comum às duas espécies.

Genes parálogos: são genes relacionados que resultaram de um evento de duplicação gênica dentro de um único genoma e que, provavelmente, são divergentes em função.

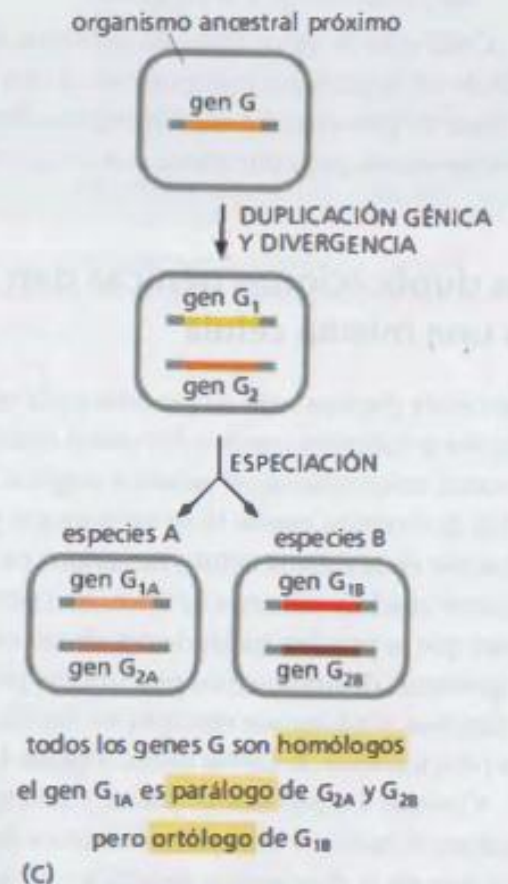
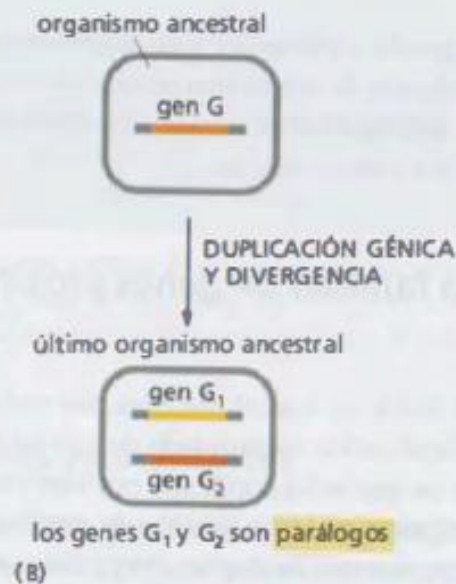
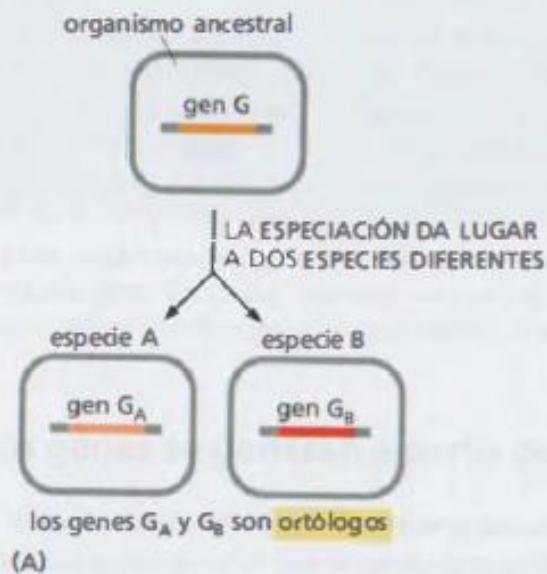


Figura 1-25 Genes parálogos y genes ortólogos: dos tipos de homología génica basadas en diferentes vías de evolución. (A) y (B) Las posibilidades más básicas. (C) Un patrón más complejo de sucesos que se pueden dar.



Figura 1-46 *Arabidopsis thaliana*, el vegetal escogido como primer modelo para el estudio de la genética molecular de plantas. (Cortesía de Toni Hayden y de la John Innes Foundation.)



Figura 1-48 *Drosophila melanogaster*. Los estudios de genética molecular en esta mosca han proporcionado la clave para el conocimiento de cómo se desarrollan todos los animales a partir de un huevo hasta un adulto. (De E.B. Lewis, *Science*, 221, portada de la revista, 1983. Con la autorización de AAAS.)

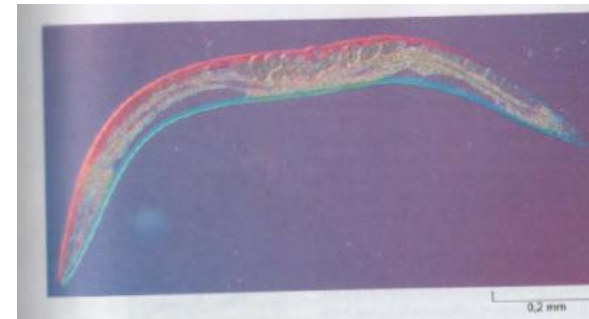


Figura 1-47 *Caenorhabditis elegans*, el primer organismo pluricelular cuyo genoma fue secuenciado por completo. Este pequeño nematodo, de 1 mm de longitud, vive en el suelo. Muchos de los individuos son hermafroditas y producen de forma simultánea tanto óvulos como espermatozoides. Aquí el animal se visualiza utilizando óptica de contraste interferencial, de forma que los límites de los tejidos se ven de colores brillantes. Cuando se observa con luz normal, el animal no se ve coloreado. [Cortesía de Ian Hope.]



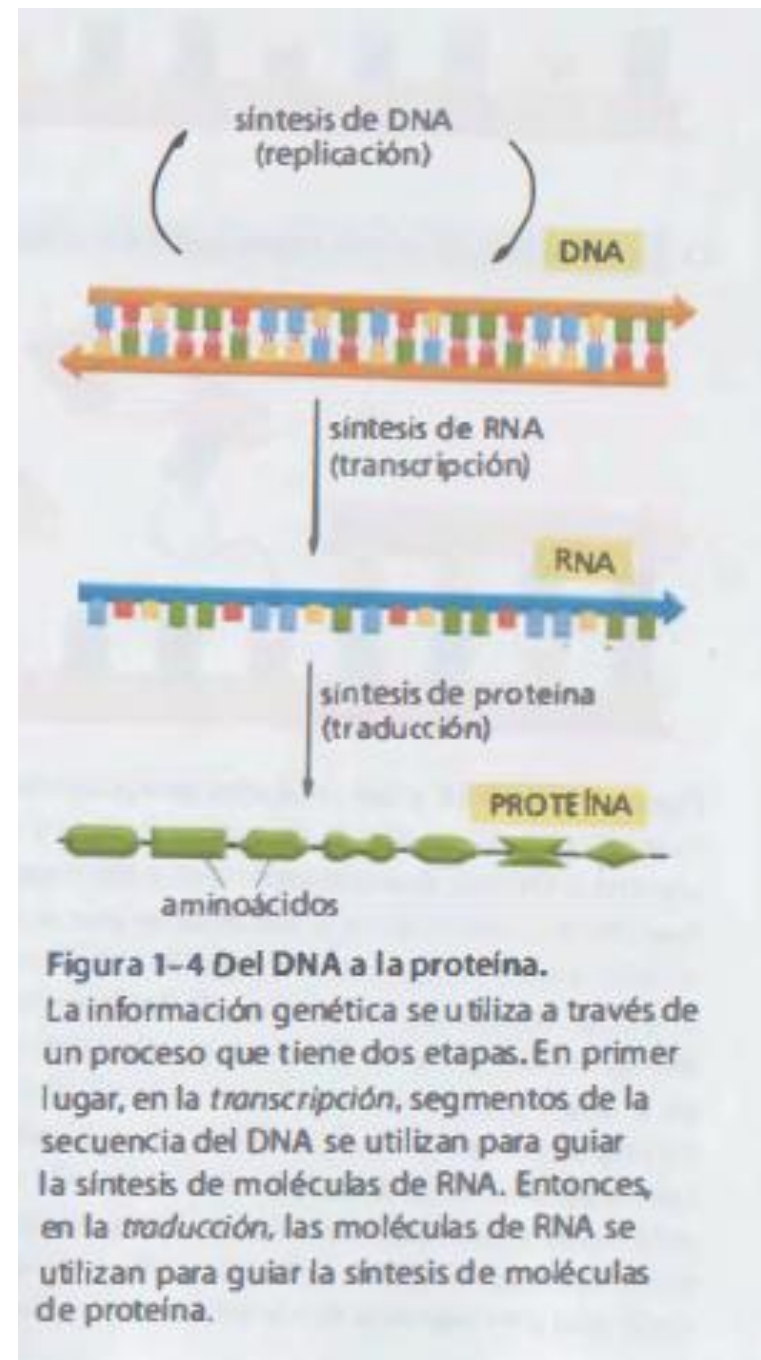
Figura 1-50 Dos especies del género *Xenopus*. *X. tropicalis* (arriba), presenta un genoma diploide; *X. laevis* (abajo) tiene el doble de DNA en cada célula. A partir tanto de los patrones de bandas de sus cromosomas y de la ordenación de los genes en ellos como de la comparación de las secuencias génicas, resulta evidente que este gran genoma de las especies ha evolucionado por duplicaciones de todo el genoma. Parece que estas duplicaciones ocurrieron como resultado del apareamiento entre ranas de especies ligeramente diferentes de *Xenopus*. (Cortesía de E. Amaya, M. Offield y R. Grainger, *Trends Genet.* 14:253-255, 1998. Con la autorización de Elsevier.)

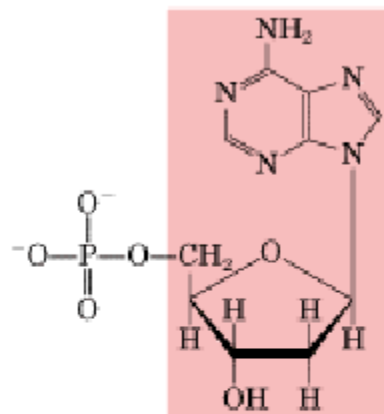
Todas as células transcrevem partes da informação hereditária em uma mesma forma intermediária (RNA).

As moléculas de RNA possuem estruturas distintas que também podem conferir-lhes características químicas especializadas.

RNA fita simples, possuem esqueletos flexíveis, podendo dobrar sobre si mesmos para permitir que uma parte da molécula forme ligações fracas com outra parte dessa mesma molécula.

A forma da molécula de RNA pode habilitá-la a reconhecer e ligar seletivamente a outras moléculas e, algumas vezes, catalisar reações químicas nessas moléculas.

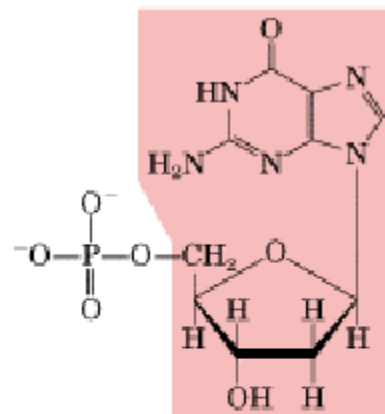




Nucleotide: Deoxyadenylate
(deoxyadenosine
5'-monophosphate)

Symbols: A, dA, dAMP

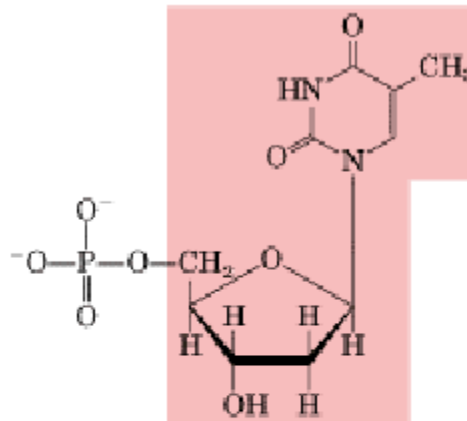
Nucleoside: Deoxyadenosine



Nucleotide: Deoxyguanylate
(deoxyguanosine
5'-monophosphate)

Symbols: G, dG, dGMP

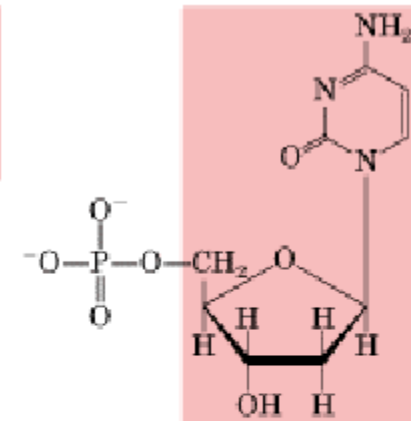
Nucleoside: Deoxyguanosine



Nucleotide: Deoxythymidylate
(deoxythymidine
5'-monophosphate)

Symbols: T, dT, dTMP

Nucleoside: Deoxythymidine

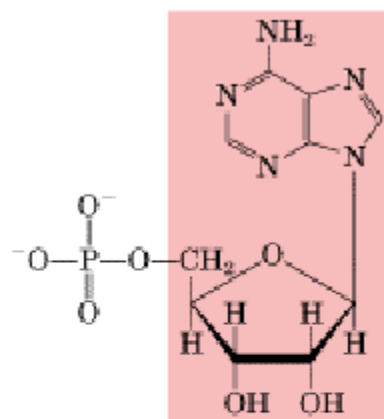


Nucleotide: Deoxycytidylate
(deoxycytidine
5'-monophosphate)

Symbols: C, dC, dCMP

Nucleoside: Deoxycytidine

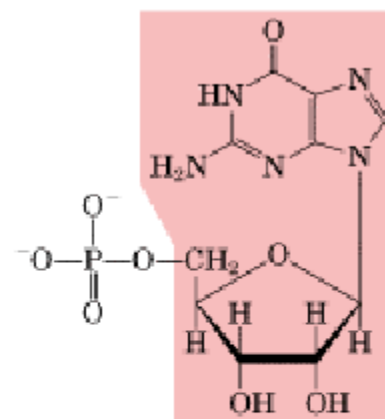
(a) Deoxyribonucleotides



Nucleotide: Adenylate (adenosine
5'-monophosphate)

Symbols: A, AMP

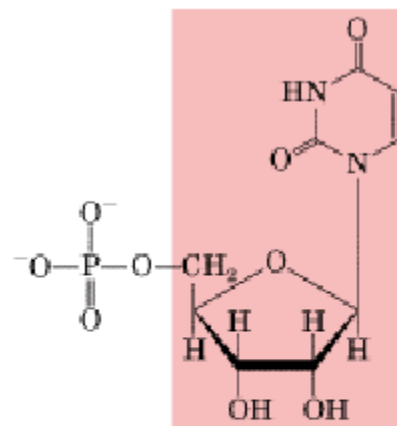
Nucleoside: Adenosine



Nucleotide: Guanylate (guanosine
5'-monophosphate)

Symbols: G, GMP

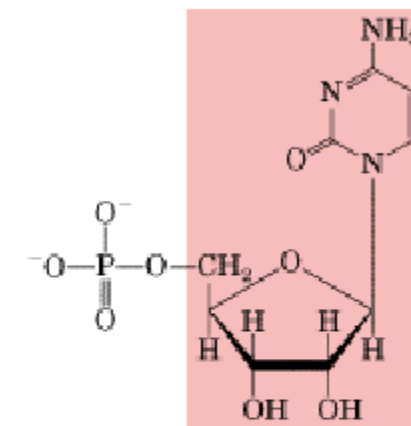
Nucleoside: Guanosine



Nucleotide: Uridylate (uridine
5'-monophosphate)

Symbols: U, UMP

Nucleoside: Uridine



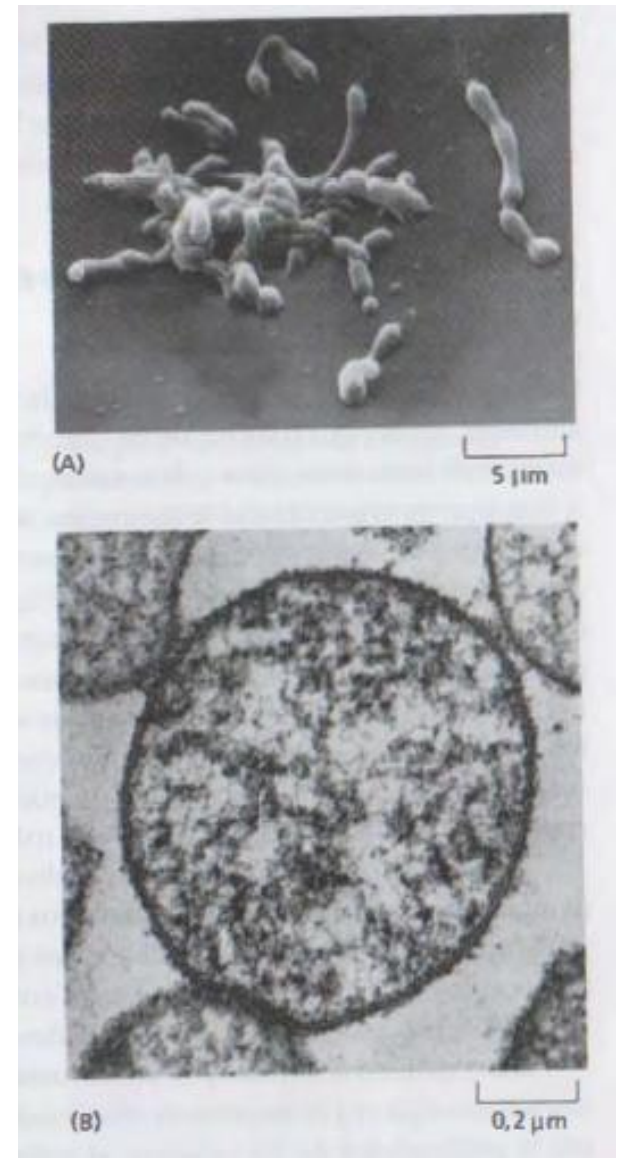
Nucleotide: Cytidylate (cytidine
5'-monophosphate)

Symbols: C, CMP

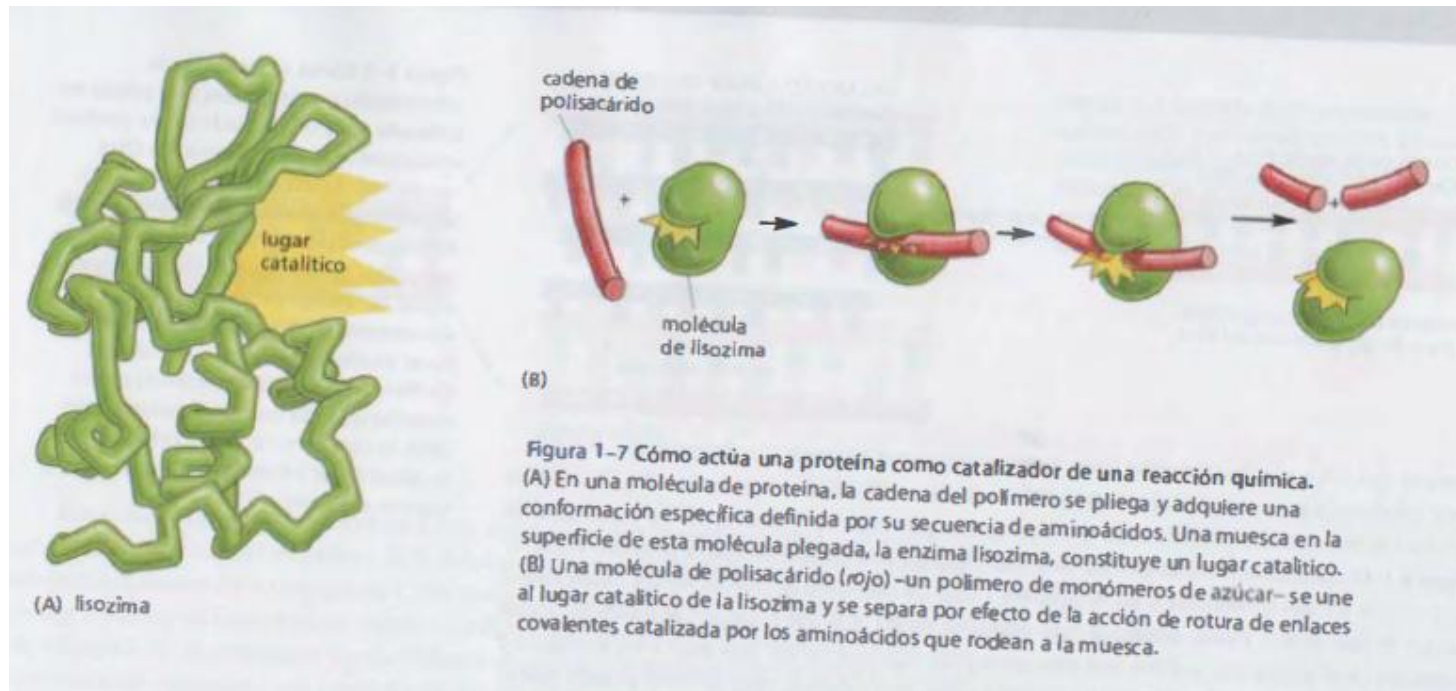
Nucleoside: Cytidine

(b) Ribonucleotides

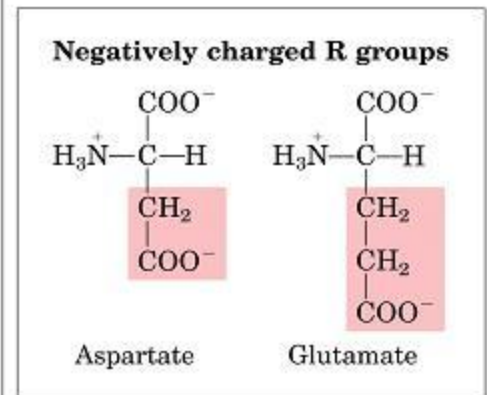
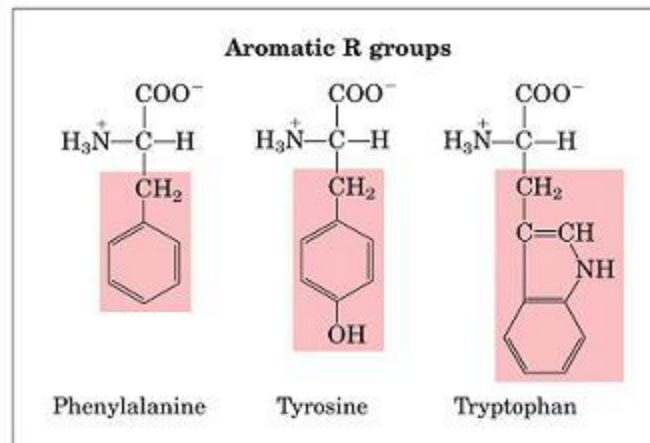
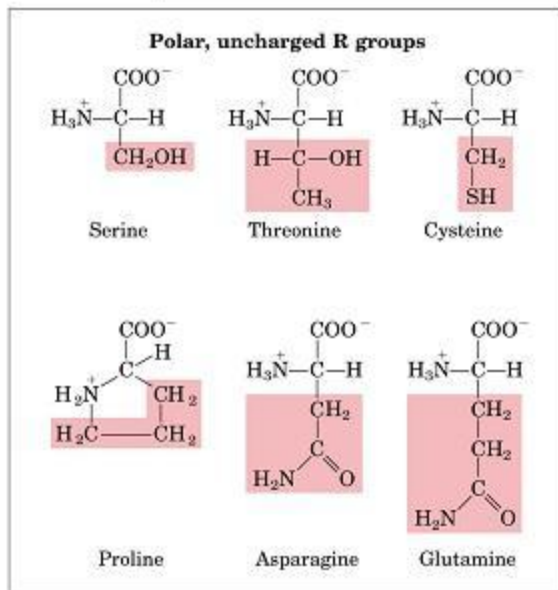
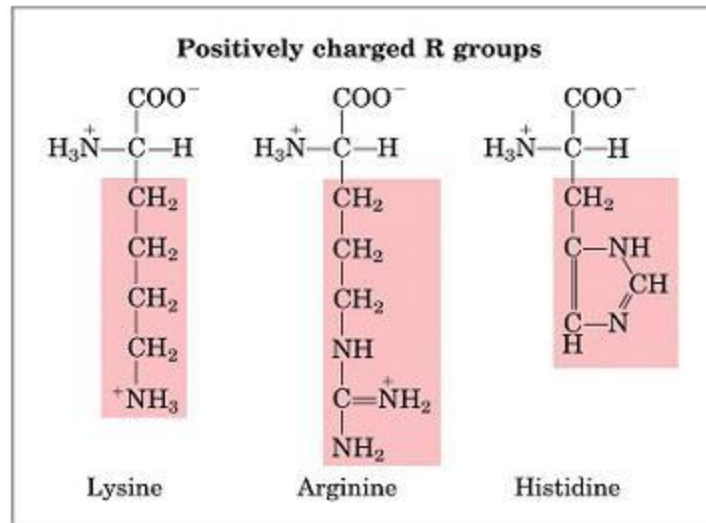
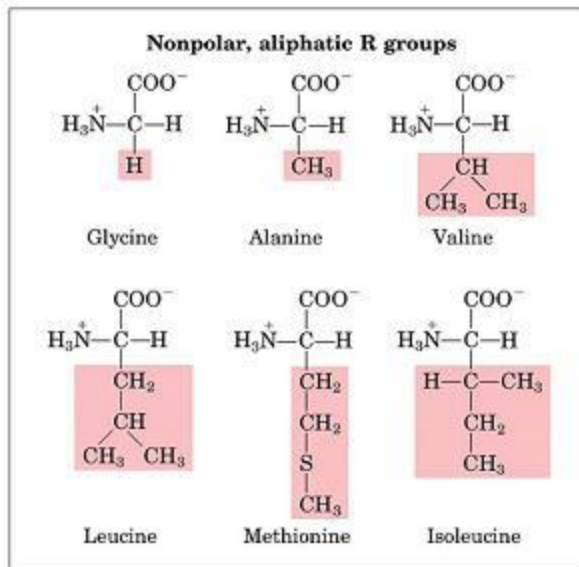
- Uma célula viva pode existir com menos de 500 genes.
- Um dos menores genomas conhecidos é o da bactéria *Mycoplasma genitalium*, um parasita em mamífero que possui apenas 480 genes



- Todas as células usam proteínas como catalisadores.



- Descontando a água, as proteínas constituem a maior parte da massa de uma célula.
- Ribossomos são formados por duas cadeias principais de RNA, chamadas de RNAs ribossomais (rRNAs) junto a mais de 50 proteínas.



A membrana plasmática é uma camada resistente e flexível que define a periferia da célula, separando o seu conteúdo da circunvizinhança.

A membrana permite que a célula mantenha sua identidade como um sistema químico coordenado.

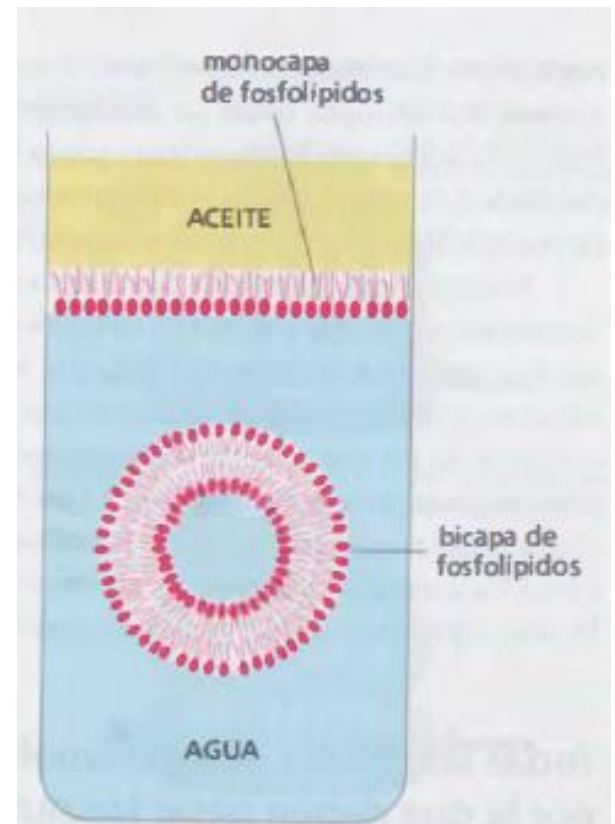
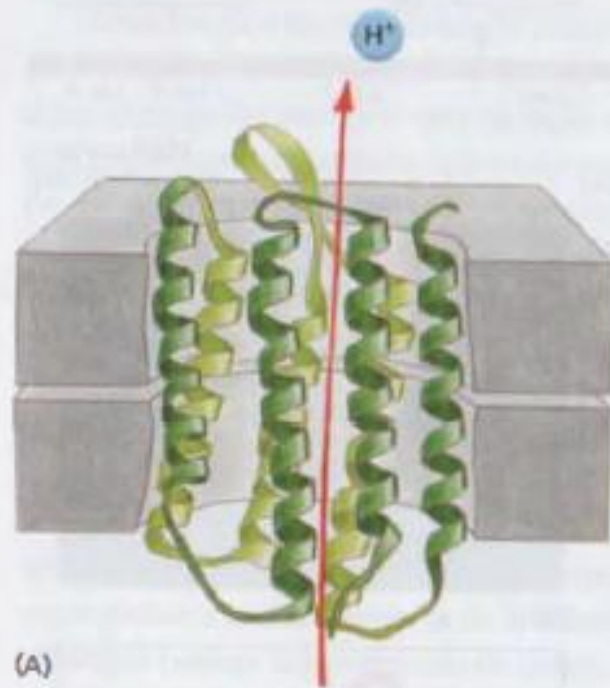
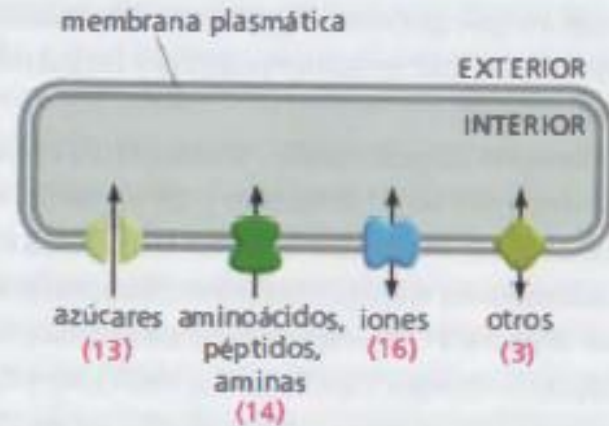


Figura 1-12 Formación de una membrana por moléculas anfifílicas de fosfolípidos. Estas moléculas presentan una cabeza hidrofílica (soluble en agua, fosfato) y una cola hidrofóbica (insoluble en agua, hidrocarbonada). En una interfase entre aceite y agua, las moléculas se agregan entre sí formando una lámina, con sus cabezas orientadas hacia el agua y sus colas orientadas hacia el aceite. Cuando se sumergen en agua, se agregan formando bicapas que albergan compartimientos acuosos.



(A)



(B)

Figura 1-13 Proteínas de transporte a través de la membrana. (A) Estructura de una molécula de bacteriorodopsina, de una arqueobacteria, *Halobacterium halobium*. Esta proteína de transporte utiliza la energía de la luz para bombear protones (iones H^+) hacia el exterior de la célula. La cadena polipeptídica atraviesa la membrana. En varias regiones presenta una conformación helicoidal y estos fragmentos helicoidales se ordenan y forman las paredes de un canal a través del cual son transportados los iones. (B) Esquema del conjunto de proteínas de transporte encontradas en la membrana de la bacteria *Thermotoga maritima*. Los números entre paréntesis se refieren al número de proteínas de transporte de membrana diferentes de cada tipo. La mayoría de las proteínas de cada clase están relacionadas evolutivamente con el resto y con sus equivalentes en otras especies.

- O que limita a dimensão de uma célula?
- O limite inferior é, provavelmente, estabelecido pelo número mínimo de cada uma das diferentes biomoléculas requeridas pela célula.
- O limite superior do tamanho celular é, provavelmente, estabelecido pela velocidade de difusão das moléculas dos solutos nos sistemas aquosos.
- A medida que o tamanho de uma célula aumenta, sua razão superfície/volume diminui, até que, tornando o metabolismo aeróbico impossível à medida que o tamanho celular aumenta além de um certo ponto.

- Os organismos podem ser divididos em duas categorias, segundo suas fontes de energia:

1. **Fototróficos** - luz solar como fonte de energia;

1.1. **Autotróficos** - Carbono necessário a partir do CO_2 ;

1.2. **Heterotróficos** - Requerem nutrientes orgânicos;

2. **Quimiotróficos** - obtêm energia a partir da oxidação de um combustível;

Obs.: Nenhum quimiotrófico pode obter seus átomos de carbono exclusivamente a partir do CO_2 , por isso não há autotróficos nesse grupo.

2.1. **Litotróficos** - os combustíveis que eles oxidam são inorgânicos;

2.2. **Organotróficos** – oxidam compostos orgânicos;

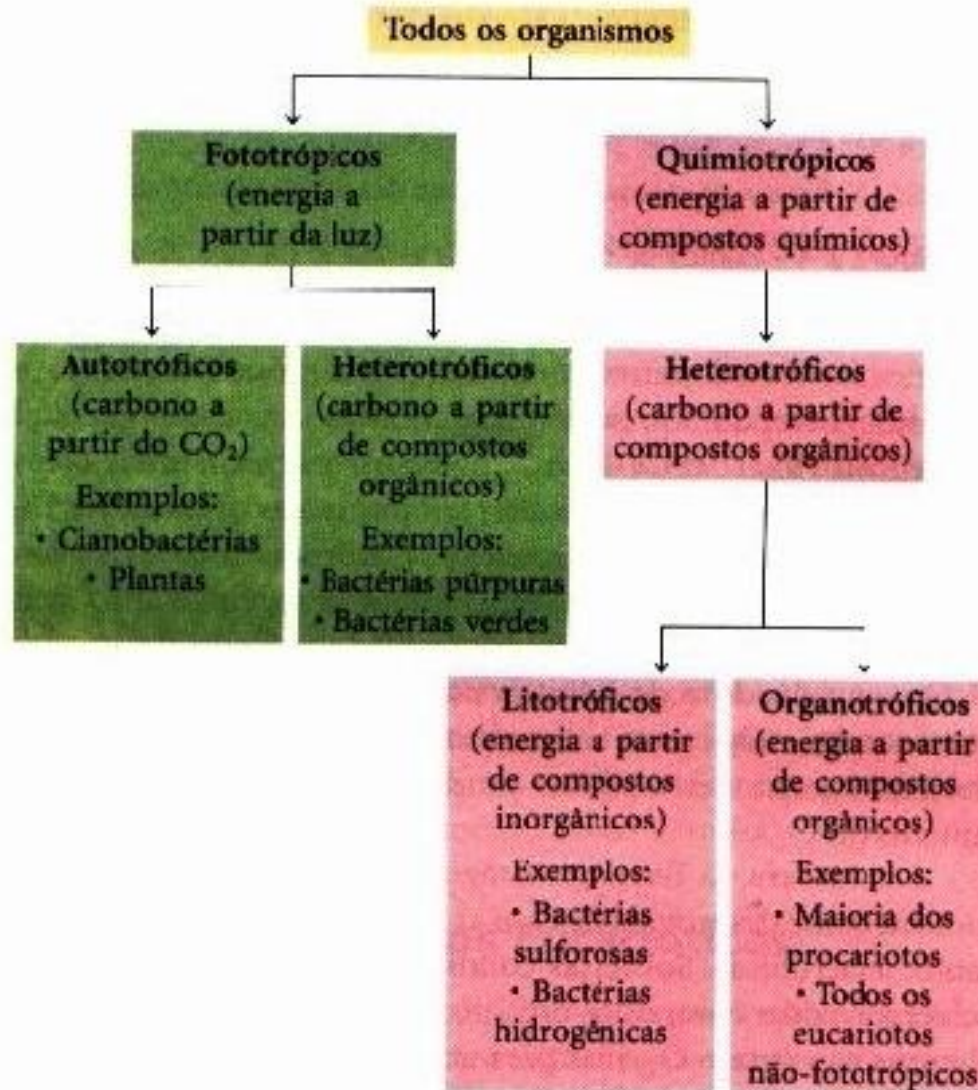


Figura 2-3 – Os organismos podem ser classificados de acordo com sua fonte de energia (luz solar ou compostos químicos oxidáveis) e sua fonte de carbono para a síntese de material celular.

- As células iniciais provavelmente surgiram há 3,5 bilhões de anos, numa mistura rica de compostos orgânicos, a “sopa primordial”, dos tempos pré-bióticos. Eles eram quase certamente quimioeterotróficos.
- Os compostos orgânicos requeridos foram originalmente sintetizados a partir desses componentes da atmosfera terrestre inicial, como CO, CO₂, N₂ e CH₄, pelas ações não biológicas do calor vulcânico e luminoso.
- Os heterotróficos primitivos gradualmente adquiriram a capacidade de obter sua energia para sintetizar suas próprias moléculas precursoras (ex. pigmentos capazes de captar a luz visível do sol).
- O doador original de elétrons foi o H₂S e depois a H₂O.
- CO₂ + H₂S = compostos orgânicos + SO₄²⁻
- CO₂ + H₂O = compostos orgânicos + O₂

- Com o surgimento das bactérias fotossintetizantes, houve uma pressão evolucionária e algumas linhagens de microrganismos que deram origem aos aeróbios (obtêm energia a partir da transferência de elétrons de moléculas combustíveis para o O_2).
- O metabolismo aeróbico é mais exergônico e, assim, os organismos aeróbicos desfrutaram de uma vantagem energética sobre os anaeróbicos, quando ambos competiam em um ambiente contendo O_2 .
- Bactérias diazotróficas são os únicos organismos na Terra capazes de converter o N_2 para os compostos biologicamente necessários (fixação do nitrogênio)

bilhões

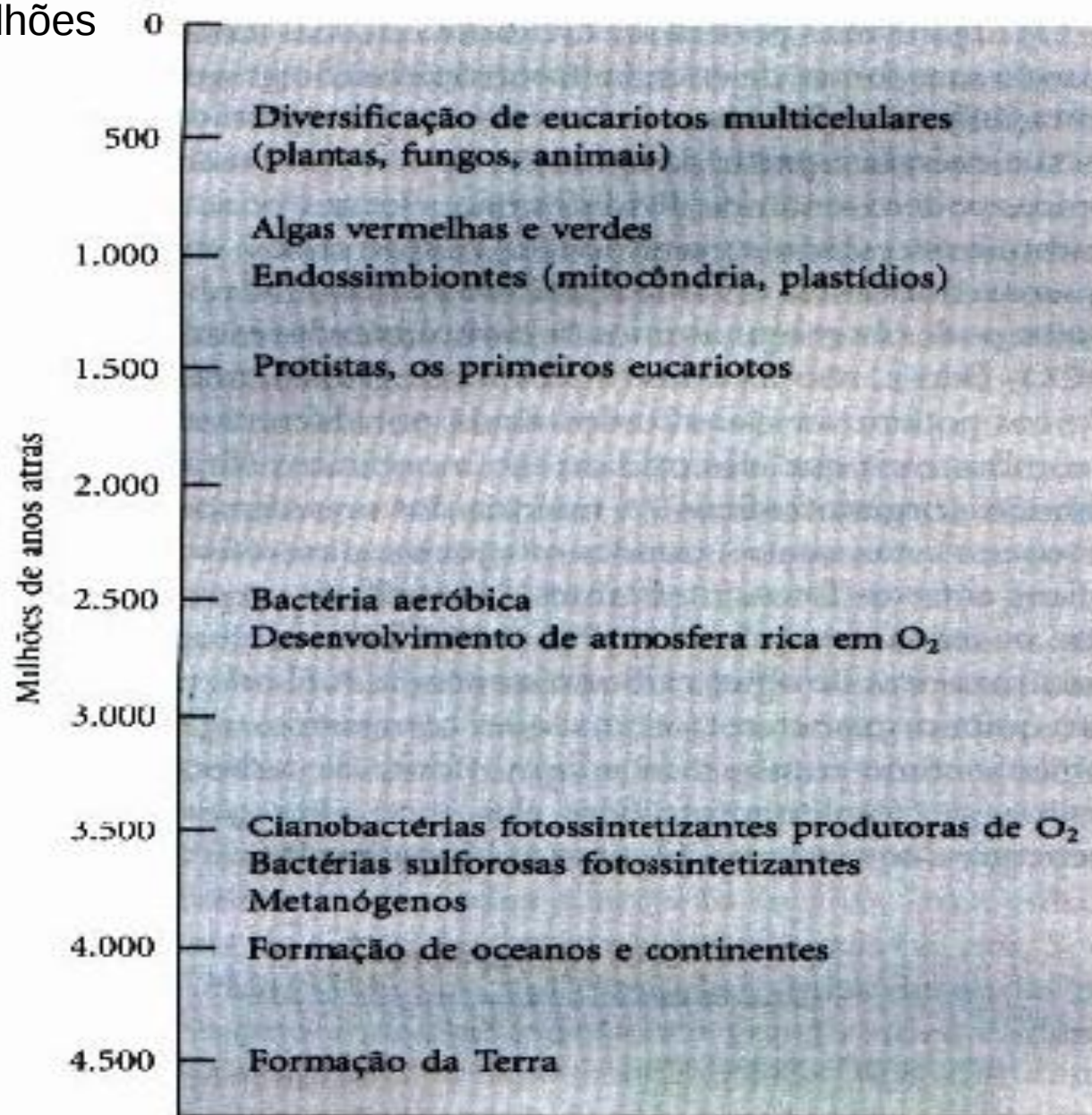
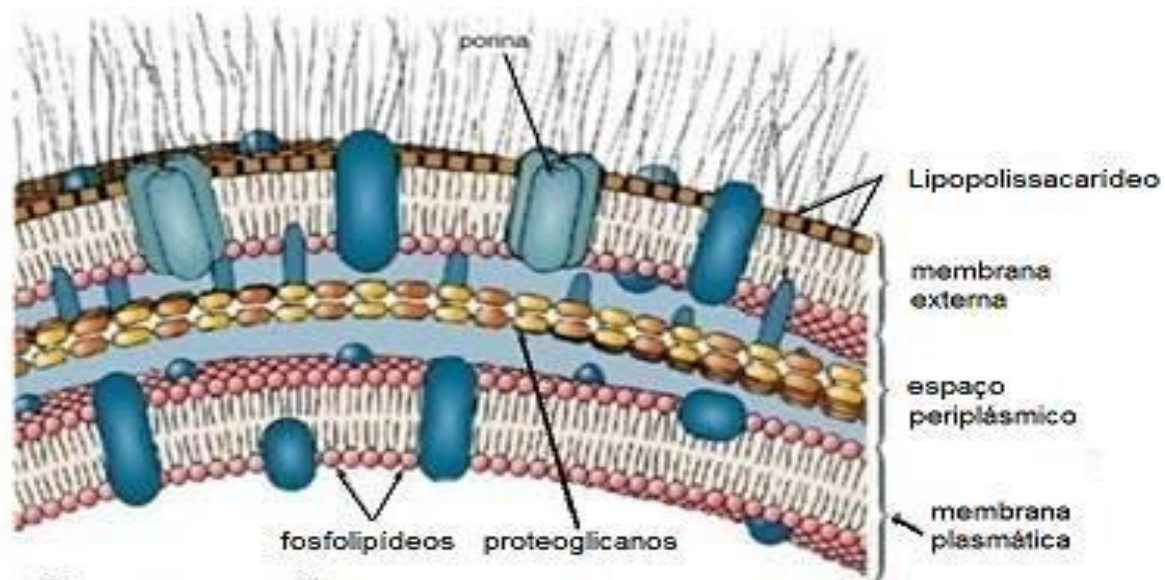


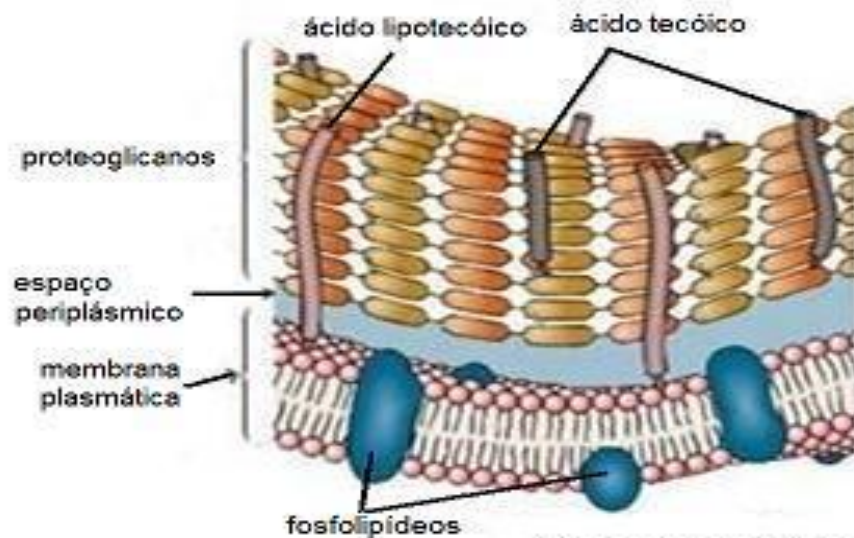
Figura 2-4 – Pontos de referência na evolução da vida na Terra.

Bactérias

- *E.coli*, por exemplo, possui uma **membrana externa protetora** e uma **membrana interna que envolve o nucleóide e o citoplasma**. Entre essas 2 membranas existe uma **camada de peptideoglicanos** (polímeros de açúcar unidos por ligações cruzadas de aminoácidos), que fornece à célula sua forma e rigidez.
- Diferenças no envelope celular: afinidades diferentes para o corante violeta genciana que é a base do corante Gram; as bactérias gram-positivas retêm o corantes e as gram-negativas não.
- Nas bactérias gram-positivas (*Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*) não há membrana externa e a camada de peptideoglicanos é muito mais espessa.
- Nas arqueobactérias a rigidez é conferida por um tipo diferente de ligações cruzadas de polímeros de açúcar (“pseudopeptideoglicano”)



Gram negativo

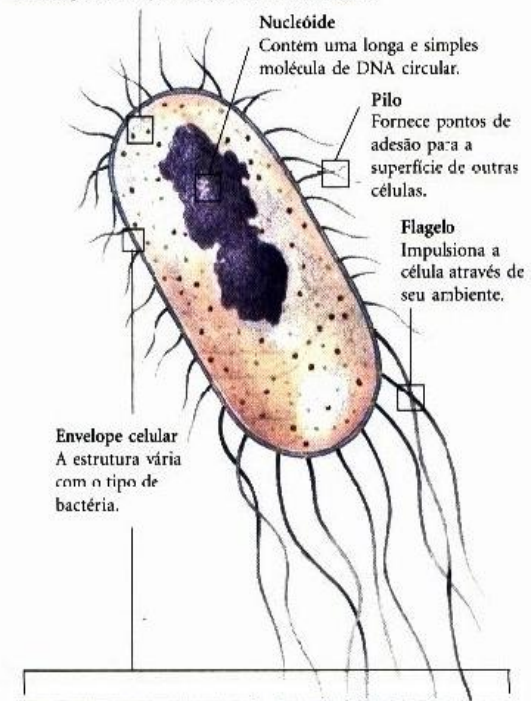


Gram positivo

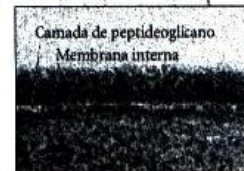
- *E.coli* e outras bactérias projetam a partir da membrana externa pilos, que proporcionam aderência a outras células.
- O nucleóide contém uma molécula circular única de DNA, empacotada em proteínas e firmemente dobrada

Ribossomos

Os ribossomos bacterianos são menores do que os ribossomos eucarióticos, mas apresentam a mesma função — síntese protéica a partir de um RNA mensageiro.



Bactéria gram-negativa



Bactéria gram-positiva



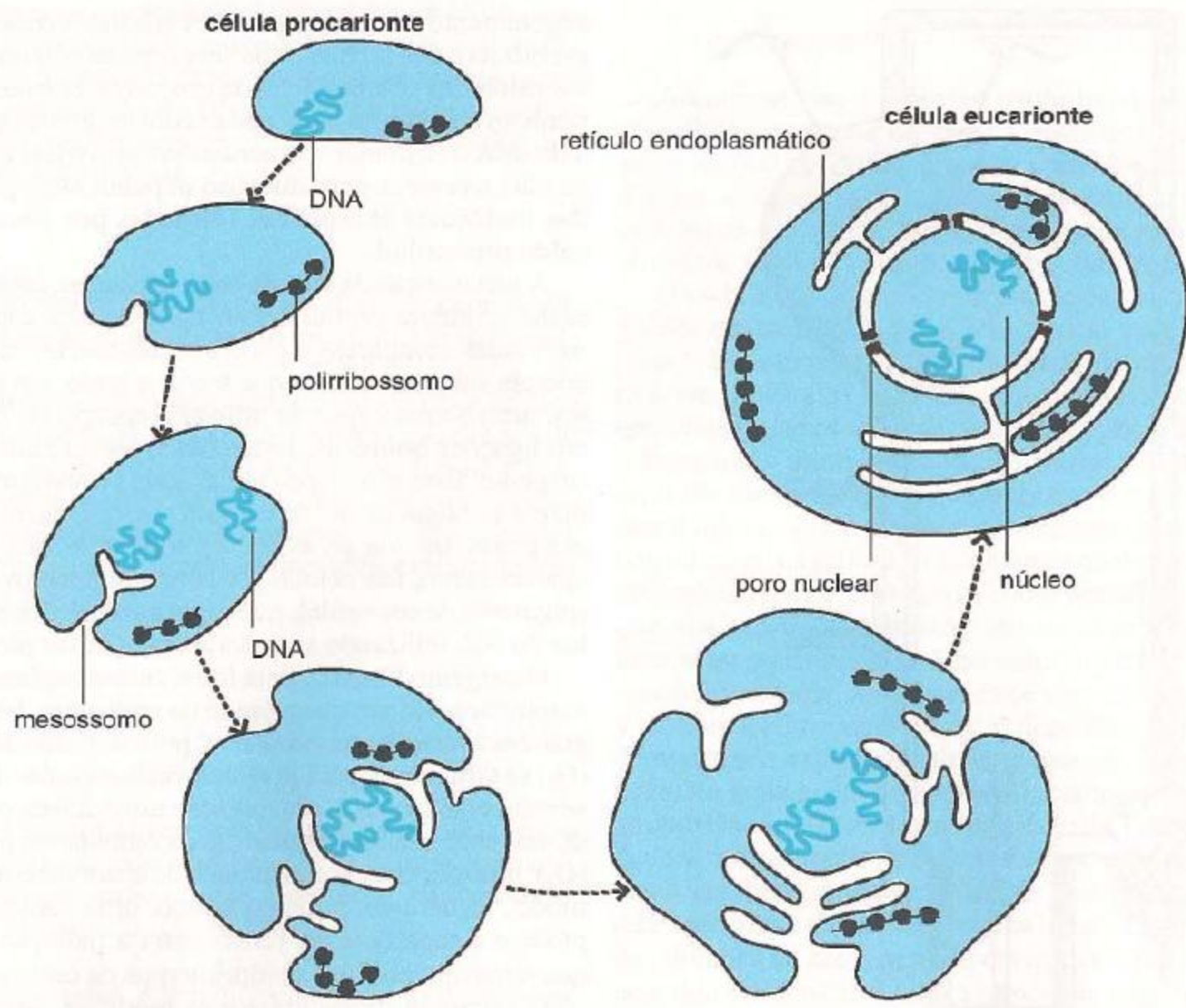
Cianobactéria
Tipo de bactéria gram-negativa com camada de peptidoglicano flexível e extenso sistema de membranas internas contendo pigmentos fotossintetizantes



Arqueobactéria
Camada de pseudopeptidoglicano fora da membrana plasmática; ausência de membrana externa

AS CELULAS EUCARIÓTICAS EVOLUIRAM DAS PROCARIÓTICAS EM VÁRIAS ETAPAS

- Três alterações principais devem ter ocorrido quando os procariotos deram origem aos eucariotos:
 1. As células adquiriram mais DNA e surgiram mecanismos de compactação e o dividiram igualmente durante a divisão celular;
 2. Desenvolvimento de um sistema de membranas intracelulares;
 3. Associações endossimbiontes entre células eucarióticas primitivas, que eram incapazes de realizar fotossíntese ou metabolismo aeróbico, misturaram suas vantagens com as bactérias aeróbicas ou fotossintetizantes;



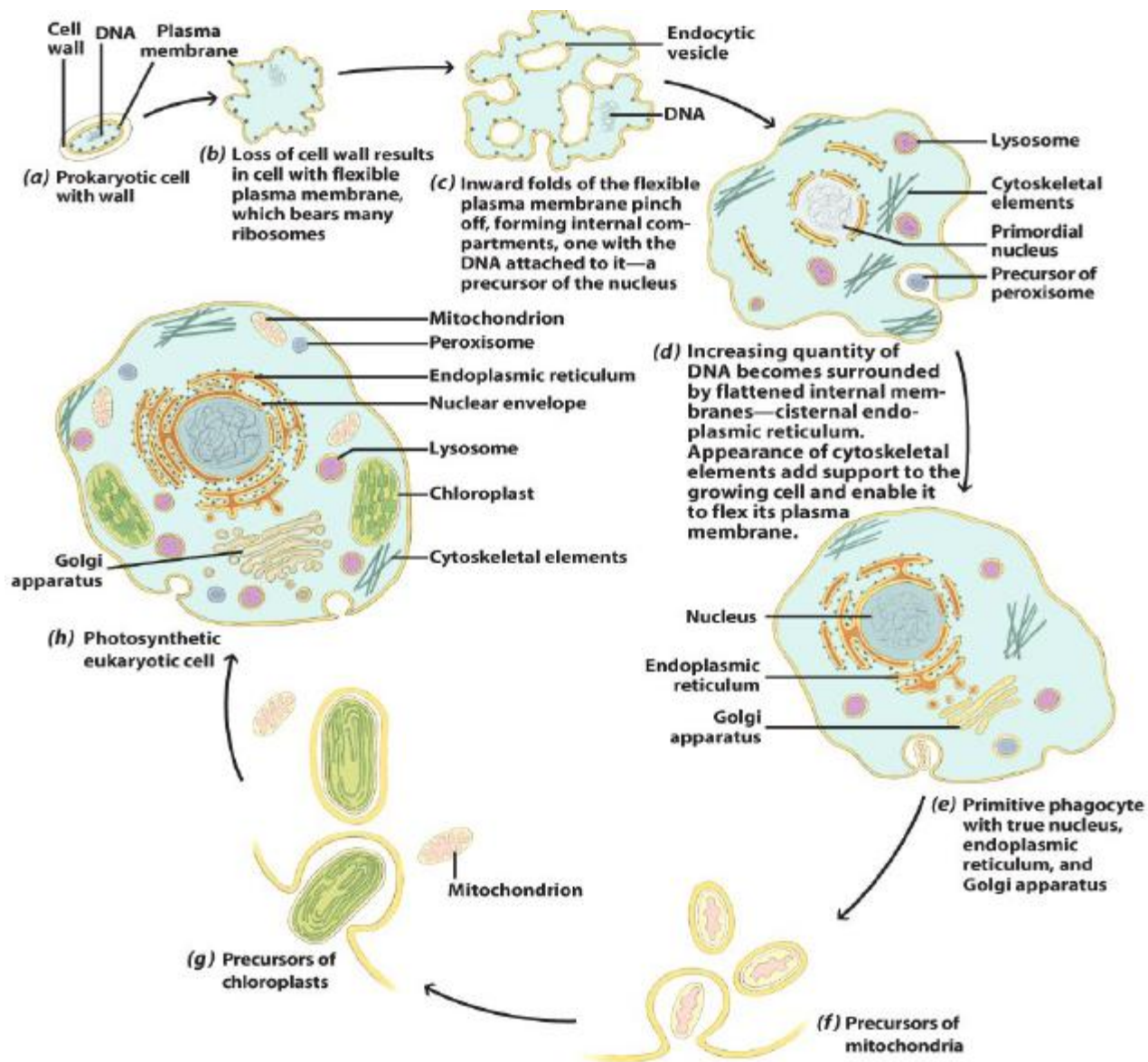
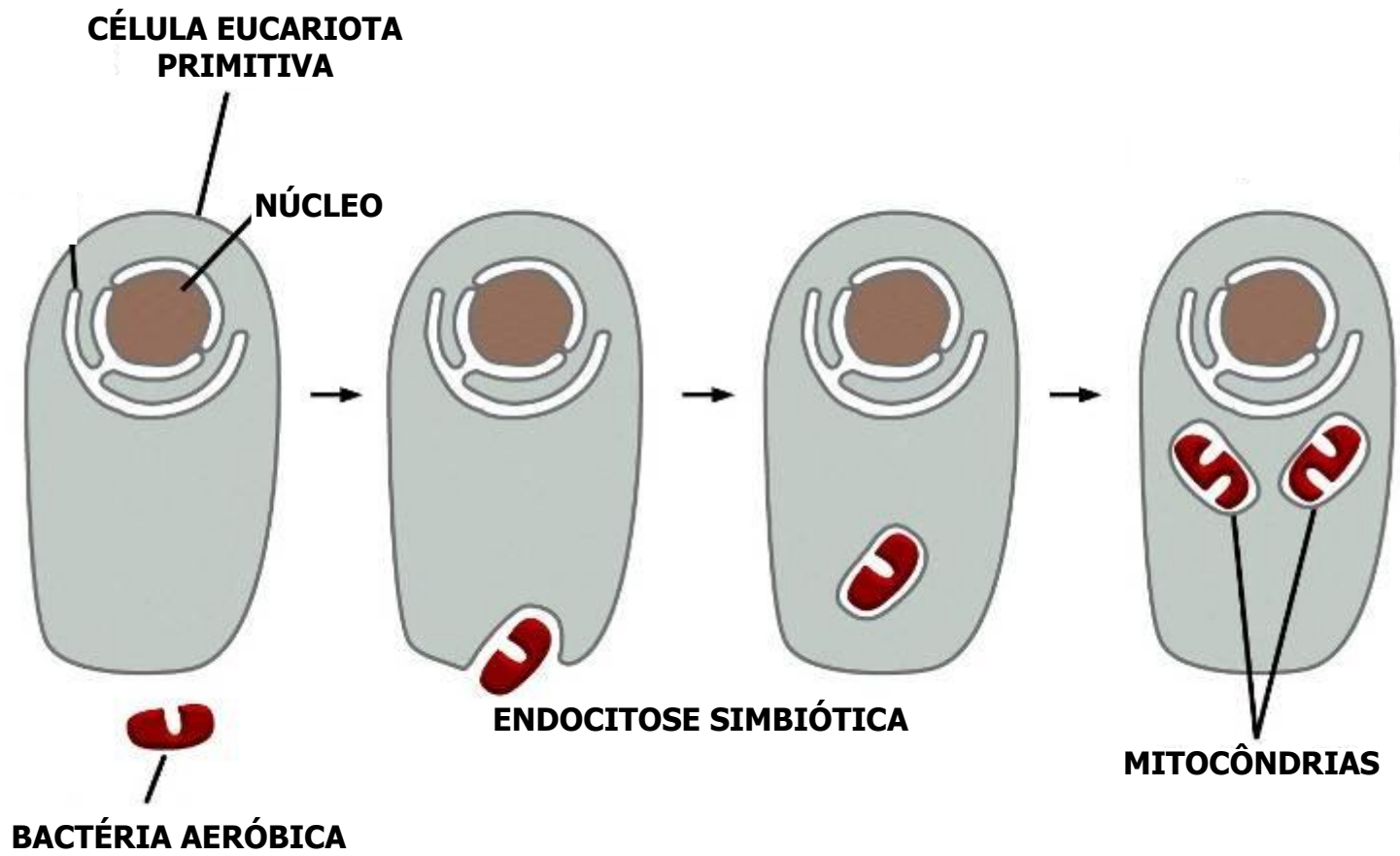
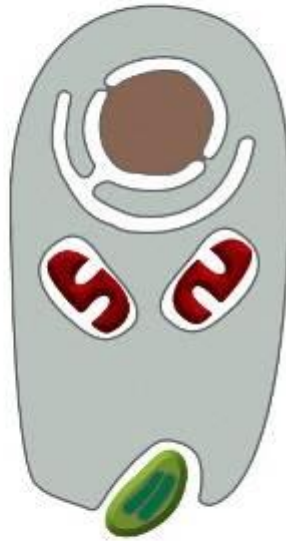
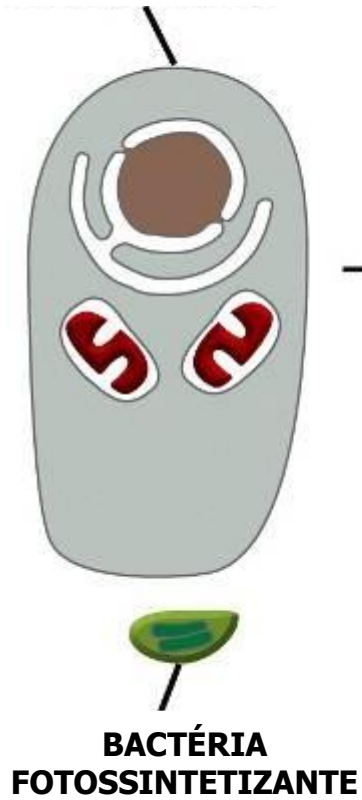


Figure 12-10
Biology of Plants, Seventh Edition



**CÉLULA EUCARIOTA
PRIMITIVA**



EVIDÊNCIAS DA ORIGEM DE MITOCÔNDRIAS E CLOROPLASTOS

- ❖ Possuem DNA circular;
- ❖ Formam-se por fissão binária, como nas bactérias;
- ❖ A inibição da síntese protéica ocorre pelos mesmos antibióticos bacterianos;
- ❖ O aminoácido iniciador da síntese protéica é a f-metionina, o mesmo das bactérias;
- ❖ São delimitados por dupla membrana, sendo a interna semelhante a das bactérias;
- ❖ O coeficiente de sedimentação dos ribossomos é semelhante ao de bactérias;
- ❖ Nas mitocôndrias, a presença da proteína *porina* na membrana interna, também encontrada em bactérias;

ENDOCITOSE E EXOCITOSE REALIZAM FLUXO ATRAVÉS DA MEMBRANA PLASMÁTICA

- Endocitose: mecanismo para o transporte de componentes do meio circundante para o interior do citoplasma:



endocitose.swf

1. Fagocitose: o material transportado para dentro da célula é uma partícula como um fragmento celular ou mesmo uma outra célula pequena.
 2. Pinocitose: processo contínuo de ingestão de fluídos e moléculas por meio de pequenas vesículas;
- Exocitose: uma vesícula no citoplasma se move para a superfície interna da membrana e se funde com ela, liberando o conteúdo vesicular fora da membrana.

Tabela 2-1 – Comparação de células procarióticas com eucarióticas

Características	Célula procariótica	Célula eucariótica
Tamanho	Geralmente pequeno (1-10µm)	Geralmente grande (5-100µm)
Genoma	DNA com proteínas não-histonas, genoma no nucleóide, não envolvido por membrana	DNA complexado com proteínas histonas e não-histonas em cromossomos; cromossomos no núcleo com envelope membranoso
Divisão celular	Fissão ou brotamente, não há mitose	Mitose incluindo fuso mitótico; centríolos em muitas espécies
Organelas ligadas a membranas	Ausentes	Mitocôndria, cloroplastos (em plantas e algumas algas), retículo endoplasmático, complexos de Golgi, lisossomos (em animais etc.)
Nutrição	Absorção, alguns fotossintetizantes	Absorção, ingestão, fotossíntese em algumas espécies
Metabolismo energético	Não há mitocôndria, enzimas oxidativas ligadas à membrana plasmática; grande variação no padrão metabólico	Enzimas oxidativas empacotadas na mitocôndria; padrão mais unificado de metabolismo oxidativo
Citoesqueleto	Nenhum	Complexo, com microtúbulos, filamentos intermediários, filamentos de actina
Movimento intracelular	Não possui	Citoplasma fluidico, endocitose, fagocitose, mitose, vesícula de transporte

Fonte: Modificado de Hickman CP, Roberts LS & Hickman FM. (1990) *Biology of Animals*, 5th edn, p. 30 Mcsby-Yearbook, Inc., St. Louis, MO.

VÍRUS

- Vírus são complexos supramoleculares que podem replicar em células hospedeiras apropriadas.
- Vírus fora do hospedeiro: partículas não vivas denominadas vírions e dentro de uma célula hospedeira se tornam parasitas intracelulares.
- Em alguns sistemas vírus-hospedeiro, a progênie do vírion escapa através da membrana plasmática do hospedeiro, outros vírus produzem lise celular quando liberados



ciclo_litico.swf

**Vírus da
caxumba**



**Vírus da
varíola**



Rabdo vírus



**Vírus da
gripe**



**Vírus do
herpes**



**Vírus do
mosalco
do tabaco**



**Vírus do
mosalco
da alfafa**



Bacteriófago



**Vírus da
batata**



**Vírus poliédrico
dos insetos**



Adenovírus



**Vírus da
poliomielite**



Bacteriófago



Referências Bibliográficas

- Princípios de Bioquímica, 3 Ed. São Paulo, 2002. (Capítulo 2)