

Universidade Federal do Amazonas – ICB – Dep.
Morfologia
Disciplina: Biologia Celular – Aulas Teóricas



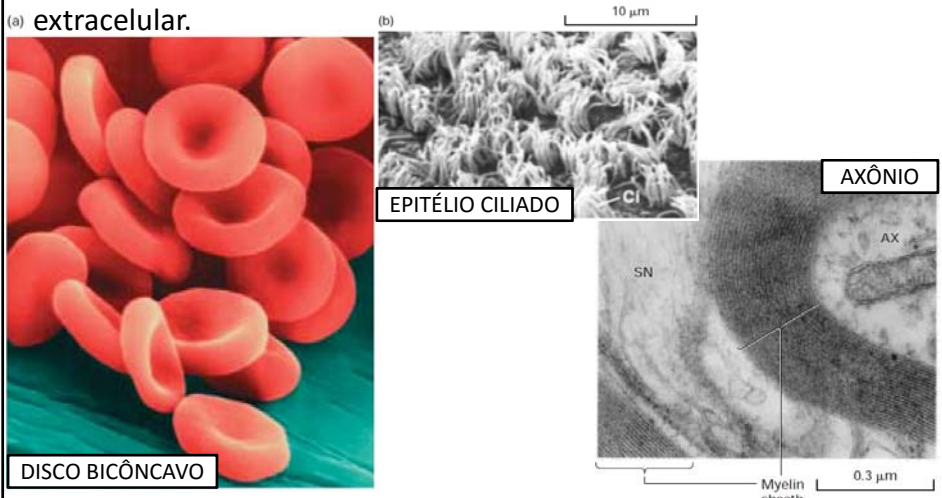
Membrana Plasmática – Estrutura e Função

Prof: Dr. Cleverson Agner Ramos

Membrana Plasmática

Visão Geral das Membranas Biológicas

- As membranas celulares são essenciais para a vida da célula. A **Membrana Plasmática** envolve a célula, define seus limites, e mantém as diferenças essenciais entre o citoplasma e o meio extracelular.



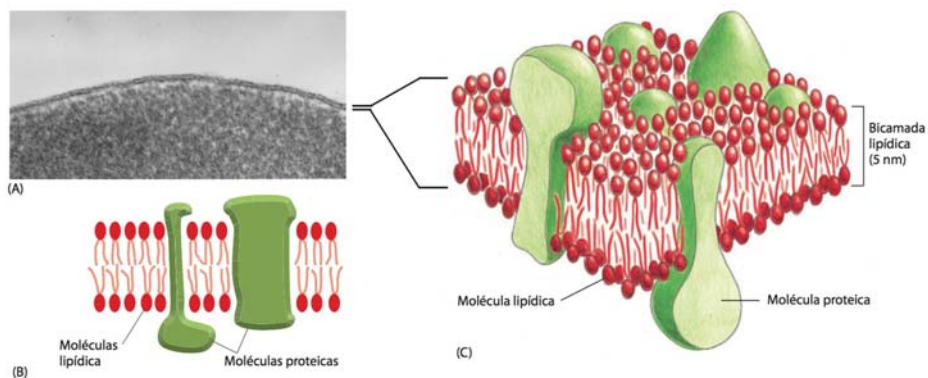
Membrana Plasmática

Funções da Membrana Plasmática

- 1) Delimitação do corpo celular e das organelas;
- 2) Controle da entrada e saída de substâncias;
- 3) Recepção de estímulos;
- 4) Antigênica;
- 5) Enzimática;
- 6) Compartimentalização celular;
- 7) Adesão intercelular para a formação de tecidos;
- 8) Comunicação celular;
- 9) Funções especializadas

Membrana Plasmática

A bicamada de lipídios



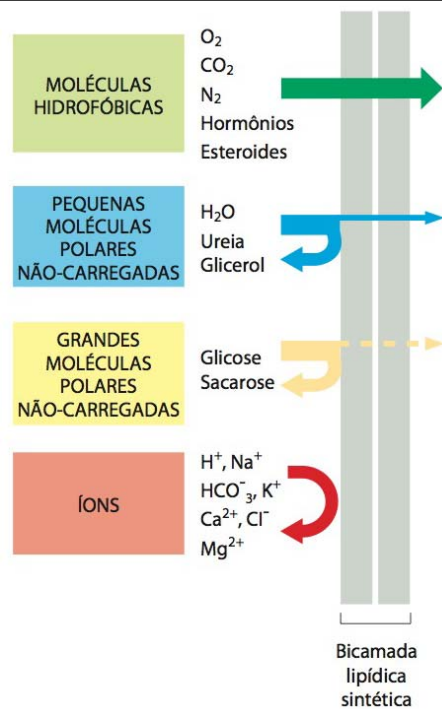
Três visões de uma membrana celular

Uma micrografia eletrônica da membrana plasmática (de um eritrócito humano) vista em uma secção transversal (A). Em B e C estas representações gráficas mostram visões bi e tridimensionais da membrana celular e a disposição de seus lipídios e proteínas.

Membrana Plasmática

Permeabilidade da bicamada

As propriedades anfipáticas dos fosfolípidios permitem o isolamento de dois compartimentos distintos, o intracelular e o extracelular, de modo que apenas algumas moléculas podem transpor a barreira hidrofóbica.



Membrana Plasmática

Propriedade Anfipática da bicamada

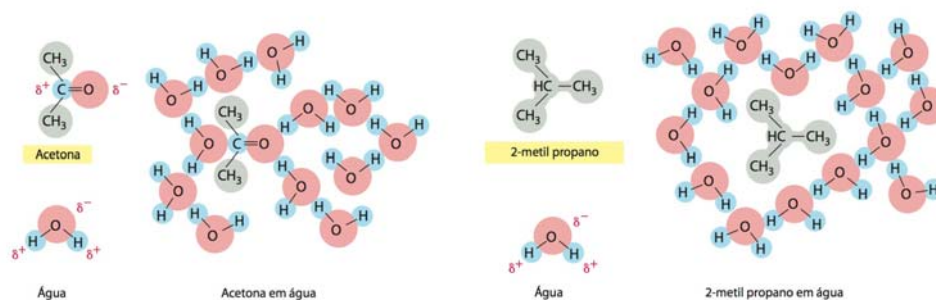


Figura 10-6 Como as moléculas hidrofílicas e hidrofóbicas interagem de modo diferente com a água. (A) Como a acetona é polar, pode formar interações eletrostáticas favoráveis com as moléculas de água, as quais também são polares. Assim, a acetona se dissolve imediatamente em água. (B) Ao contrário, o 2-metil propano é completamente hidrofóbico. Como não pode formar interações favoráveis com a água, força as moléculas de água adjacentes a se reorganizarem em estruturas semelhantes ao gelo, as quais aumentam a energia livre. Portanto, este composto é praticamente insolúvel em água. O símbolo δ^- indica uma carga parcialmente negativa, e δ^+ indica uma carga parcialmente positiva. Os átomos polares estão representados em cores e os grupos apolares em cinza.

Membrana Plasmática

Composição química dos fosfolipídios

A estrutura básica é composta por uma cabeça polar hidrofílica e uma cauda apolar hidrofóbica.

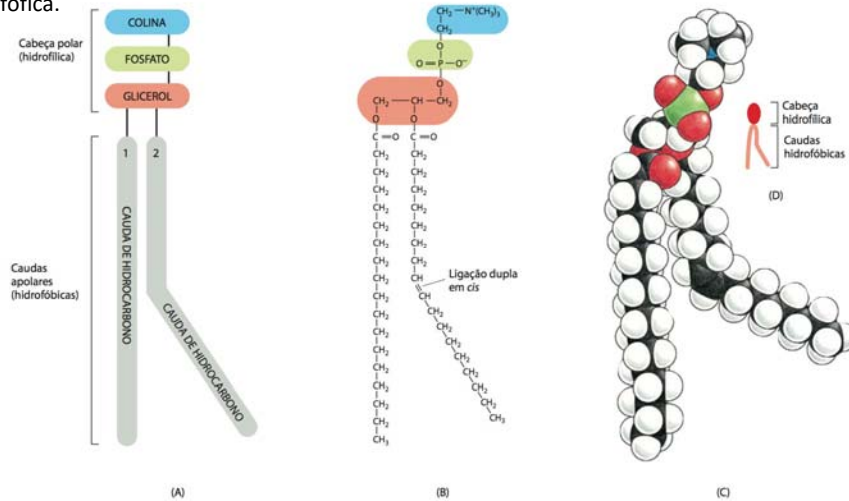
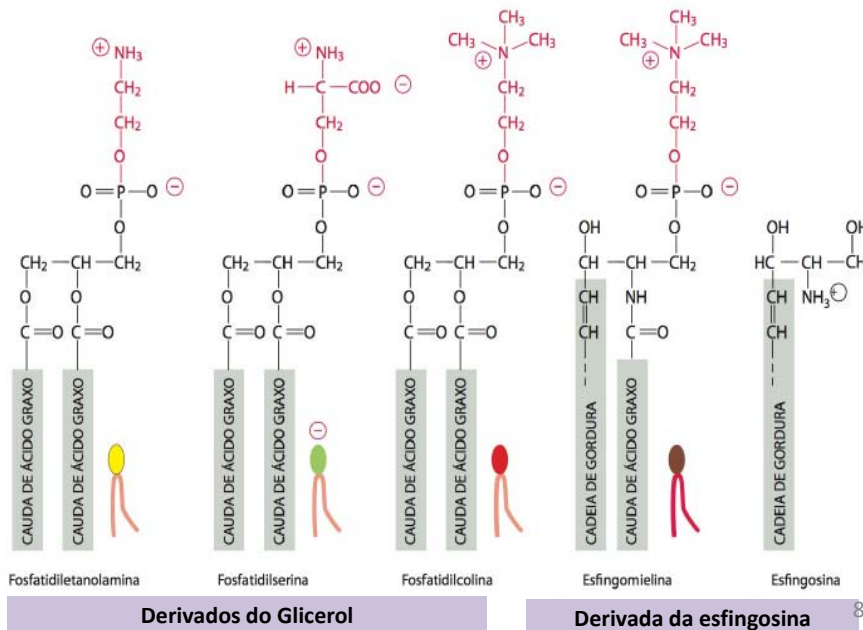


Figura 10-2 As partes da molécula de fosfolipídeo. Este exemplo é uma fosfatidilcolina, representada esquematicamente (A), por uma fórmula (B), por um modelo de preenchimento espacial (C) e por um símbolo (D). A flexão resultante da ligação dupla em *cis* está exagerada para enfatização.

LIPÍDEOS ESTRUTURAIS DE MEMBRANA

➤ Os 4 principais fosfolipídeos das membranas de mamíferos



LIPÍDEOS ESTRUTURAIS DE MEMBRANA

➤ Glicerofosfolípídeo

Diacilgliceróis ligados a grupos álcool por ligação fosfodiéster.

Ácido graxo saturado
(p. ex., ácido palmítico)

Ácido graxo insaturado
(p. ex., ácido oleico)

Ácidos graxos

Nome do glicerofosfolípídeo	Nome do X—O	Fórmula do grupo X	Carga líquida (em pH 7)
Ácido fosfatídico	—	— H	-2
Fosfatidiletanolamina	Etanolamina		0
Fosfatidilcolina	Colina		0
Fosfatidilserina	Serina		-1

LIPÍDEOS DE MEMBRANA

➤ Glicosilfosfatidilinositol: âncora lipídica

Fosfolipase cliva conexão com lipídeos

Mecanismo possibilita a célula alterar rapidamente a característica de sua superfície.

Está envolvida no reconhecimento e adesão intercelular, e na proliferação e diferenciação celular.

LIPÍDEOS ESTRUTURAIS DE MEMBRANA

➤ Glicosíngolípídeos como determinantes dos grupos sanguíneos

Glicocálice nas superfícies das hemácias

TABELA 7-1 Símbolos e abreviações para monossacarídeos comuns e alguns de seus derivados

Abequose	Abe	Ácido glicurônico	◊	GLcA
Arabinose	Ara	Galactosamina	◻	GalN
Frutose	Fru	Glicosamina	◻	GlcN
Fucose	▲	N-Acetilgalactosamina	◻	GalNAc
Galactose	◉	N-Acetilglicosamina	◼	GlcNAc
Glicose	●	Ácido idurônico	◊	IdoA

Grupos sanguíneos são determinados em parte pelo grupos de oligossacarídeos

11

LIPÍDEOS ESTRUTURAIS DE MEMBRANA

➤ Esfingolípídeos: grupo amino em C-2 está em ligação amida com AG

➤ Geralmente, é saturado ou monoinsaturado.

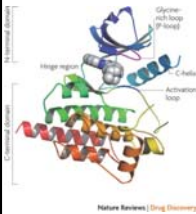
Nome do esfingolípídeo	Nome de X—O	Fórmula de X
Ceramida	—	—H
Esfingomielina	Fosfocolina	$-P(=O)(O^-)-O-CH_2-CH_2-N^+(CH_3)_3$
Glicolípídeos neutros Glicosilcerebrosídeo	Glicose	

12

LIPÍDEOS ESTRUTURAIS DE MEMBRANA

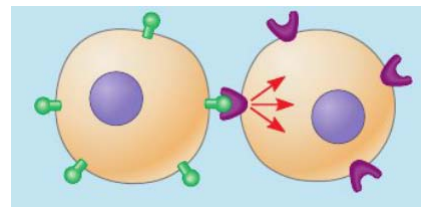
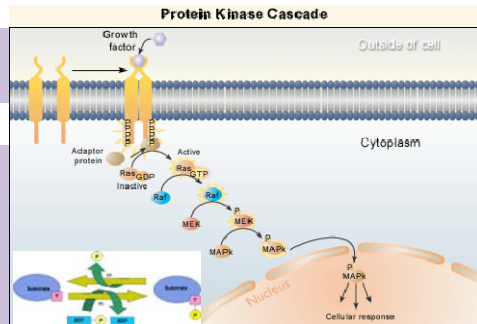
➤ Esfingolipídeos nas superfícies celulares são sítios de reconhecimento

Esfingomielelina e Ceramida são reguladores de proteínas-cinases



Ceramida e seus derivados estão envolvidos na regulação da divisão celular, diferenciação, migração e apoptose

Gangliosídeos estão na superfície externa das células, apresentam pontos de reconhecimento para moléculas e células vizinhas.

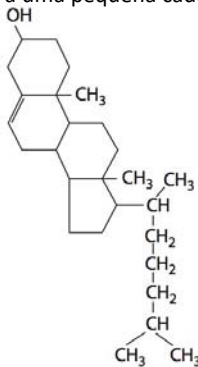


13

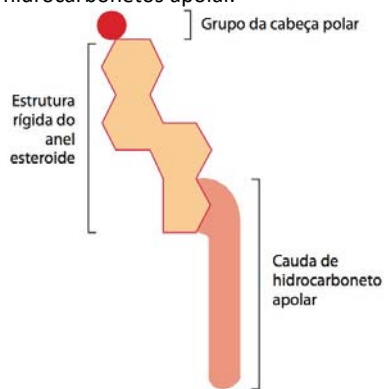
Membrana Plasmática

Composição química

A membrana eucariótica contém, especialmente, grandes quantidades de colesterol, um esteroide que contém estrutura de anel rígida a qual se liga a um único grupo hidroxila polar e a uma pequena cadeia de hidrocarbonetos apolar.



(A)



(B)

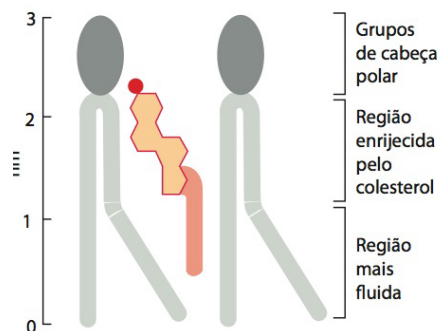


(C)

Membrana Plasmática Composição química

Tabela 10-1 Composição aproximada dos lipídeos de diferentes membranas celulares

Lipídeo	Porcentagem total de lipídeos por peso					
	Membrana plasmática de um hepatócito	Membrana plasmática de um eritrócito	Mielina	Mitocôndria (Membranas interna e externa)	Reticulo endoplasmático	Bactéria <i>E. Coli</i>
Colesterol	17	23	22	3	6	0
Fosfatidiletanolamina	7	18	15	28	17	70
Fosfatidilserina	4	7	9	2	5	Traços
Fosfatidilcolina	24	17	10	44	40	0
Esfingomiéline	19	18	8	0	5	0
Glicolipídeos	7	3	28	Traços	Traços	0
Outros	22	14	8	23	27	30

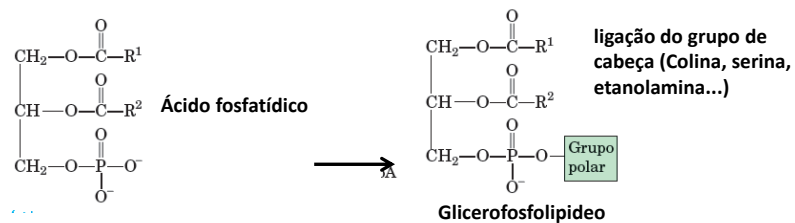


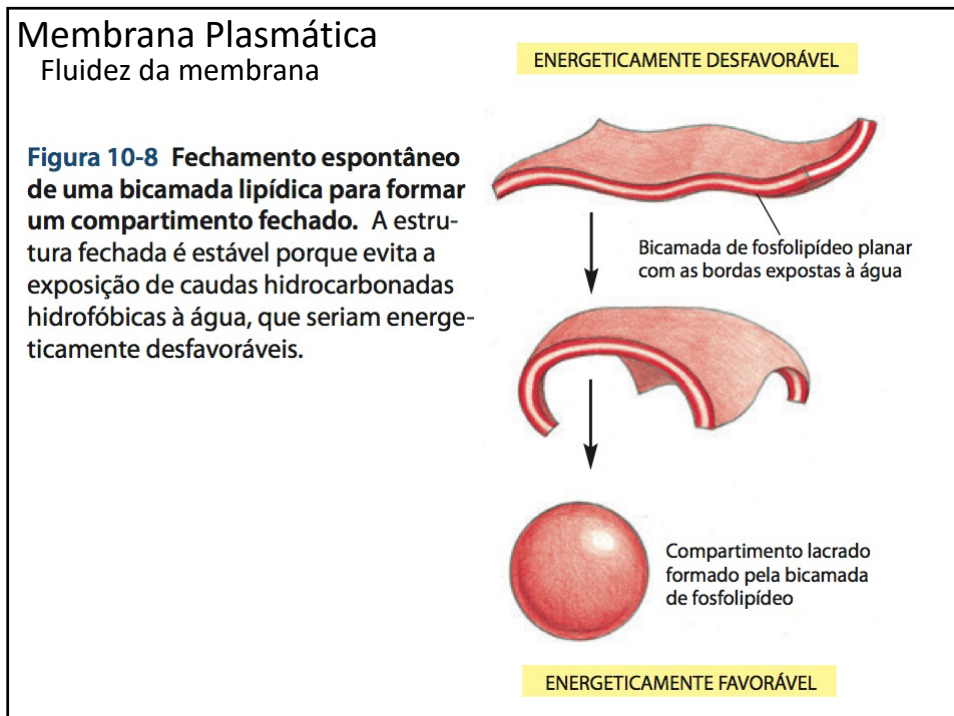
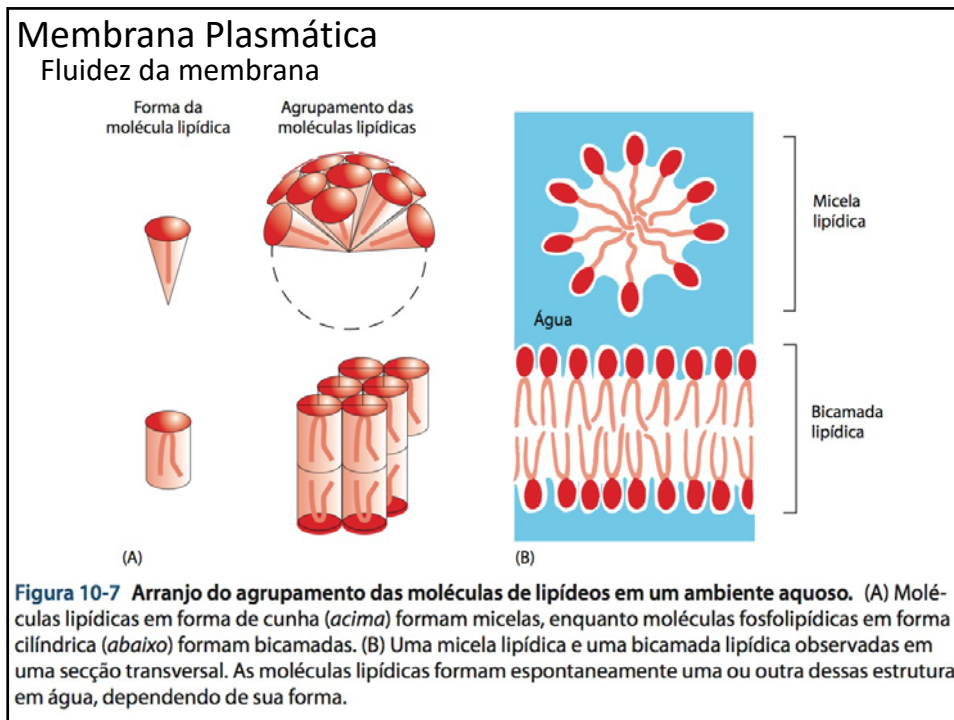
LIPÍDEOS ESTRUTURAIS DE MEMBRANA

➤ Síntese de Fosfolipídios ocorre no retículo endoplasmático liso

Todas as vias seguem alguns padrões a partir de precursores simples:

- 1) Síntese de molécula esqueleto (glicerol ou esfingosina)
- 2) Acoplamento dos AG aos esqueletos (ligação éster ou amida)
- 3) Adição de grupo hidrofílico





Membrana Plasmática

Fluidez da membrana



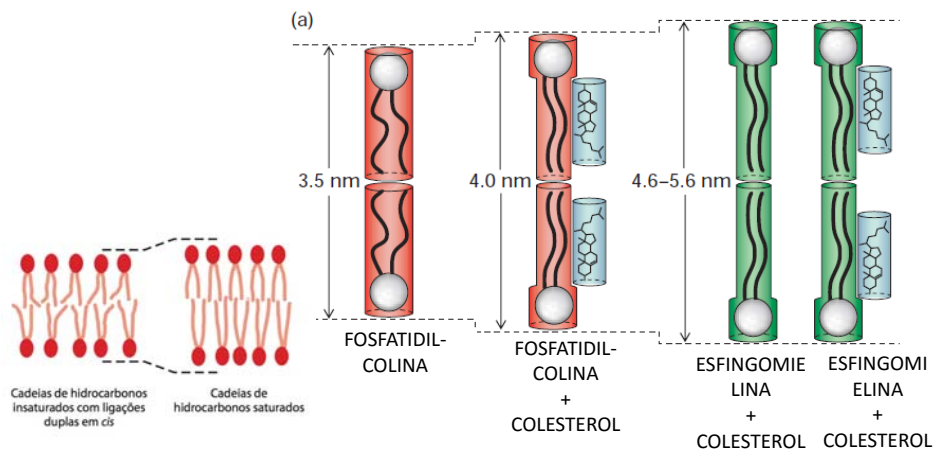
Membrana Plasmática

Fluidez da membrana

-Efeitos de diferentes fosfolipídios na forma e fluidez da membrana

A composição de uma membrana plasmática, seus fosfolipídios e suas insaturações podem nos dizer muito sobre sua forma e fluidez.

EFEITO NA ESPESSURA DA MEMBRANA



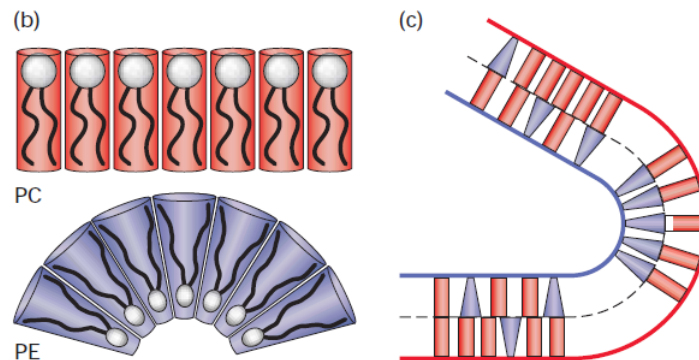
Membrana Plasmática

Fluidez da membrana

-Efeitos de diferentes fosfolipídios na forma e fluidez da membrana

A composição de uma membrana plasmática, seus fosfolipídios e suas insaturações podem nos dizer muito sobre sua forma e fluidez.

EFEITO NA CURVATURA DA MEMBRANA



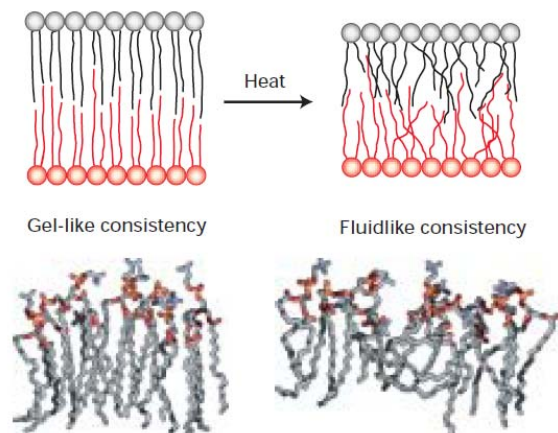
Membrana Plasmática

Fluidez da membrana

-Efeitos de diferentes fosfolipídios na forma e fluidez da membrana

A composição de uma membrana plasmática, seus fosfolipídios e suas insaturações podem nos dizer muito sobre sua forma e fluidez.

EFEITO DA TEMPERATURA NA FLUÍDEZ DA MEMBRANA

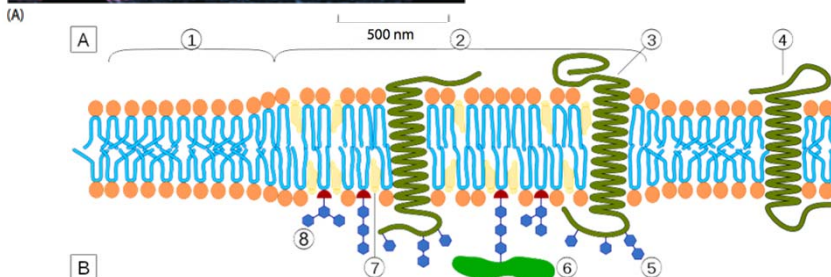
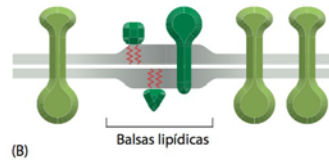
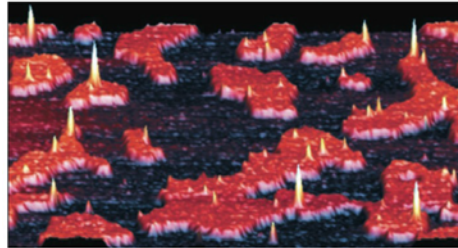


Membrana Plasmática

Fluidez da membrana

-Armazenamento do excesso de lipídios

As células têm como forma de armazenamento de lipídios, domínios de membrana específicos denominados gotas lipídicas ou balsas lipídicas.



Membrana Plasmática

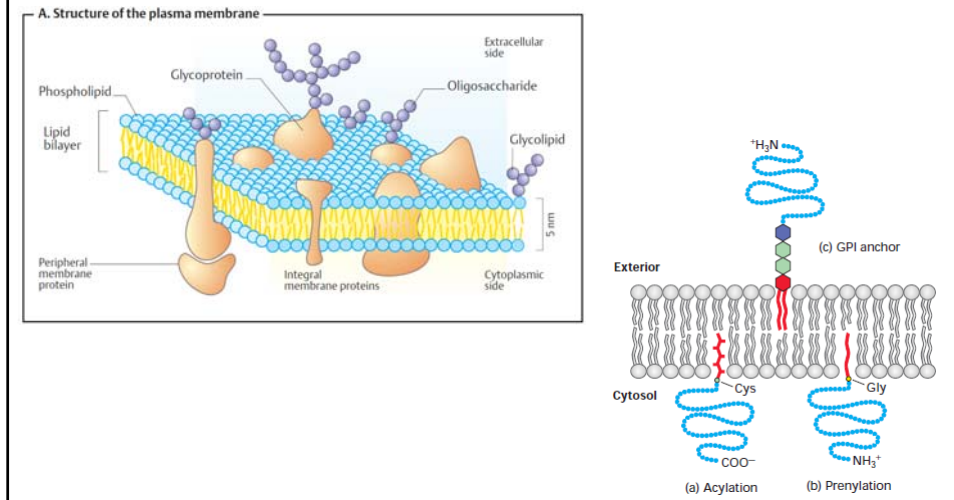
Fluidez da membrana



Membrana Plasmática

Glicosilação da membrana

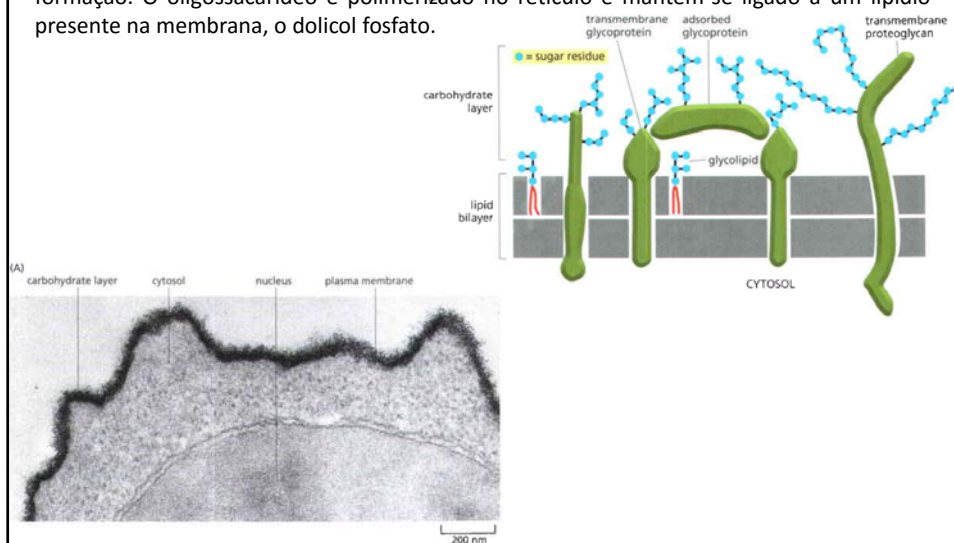
Há transferência de um oligossacarídeo aos aminoácidos da cadeia polipeptídica em formação. O oligossacarídeo é polimerizado no retículo e mantém-se ligado a um lipídio presente na membrana, o dolicol fosfato.



Membrana Plasmática

Glicosilação da membrana

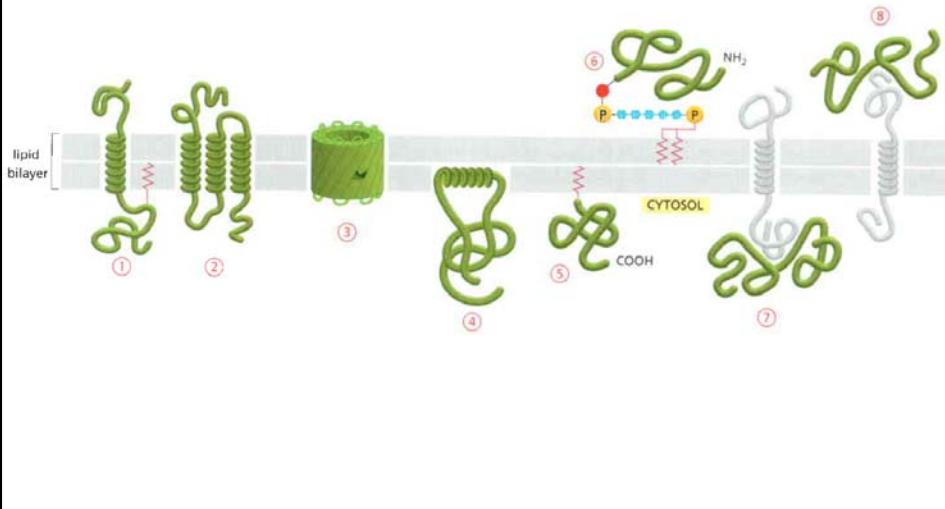
Há transferência de um oligossacarídeo aos aminoácidos da cadeia polipeptídica em formação. O oligossacarídeo é polimerizado no retículo e mantém-se ligado a um lipídio presente na membrana, o dolicol fosfato.



Proteínas de Membrana

Visão Geral das Proteínas de Membrana

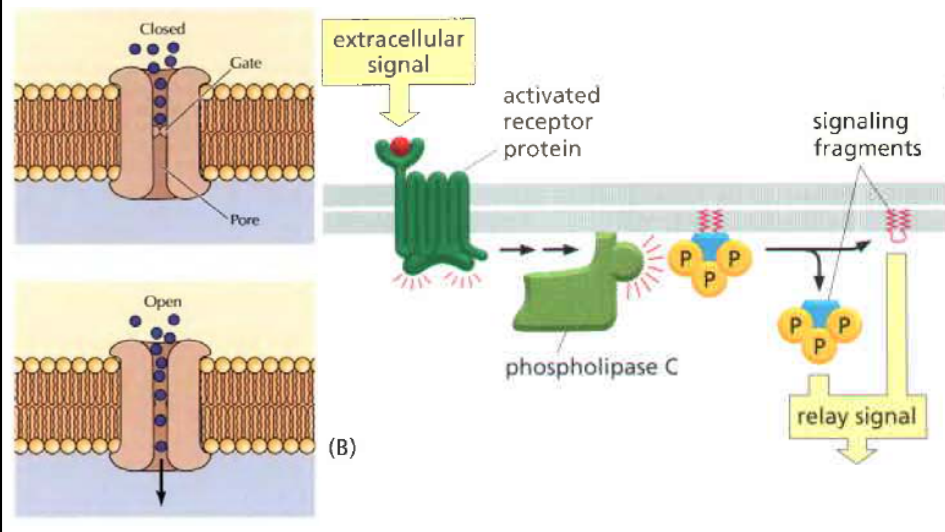
- As proteínas de membrana relacionam-se processos de transporte de moléculas para o meio extra ou intracelular, processos de sinalização, adesão celular, etc.



Proteínas de Membrana

Visão Geral das Proteínas de Membrana

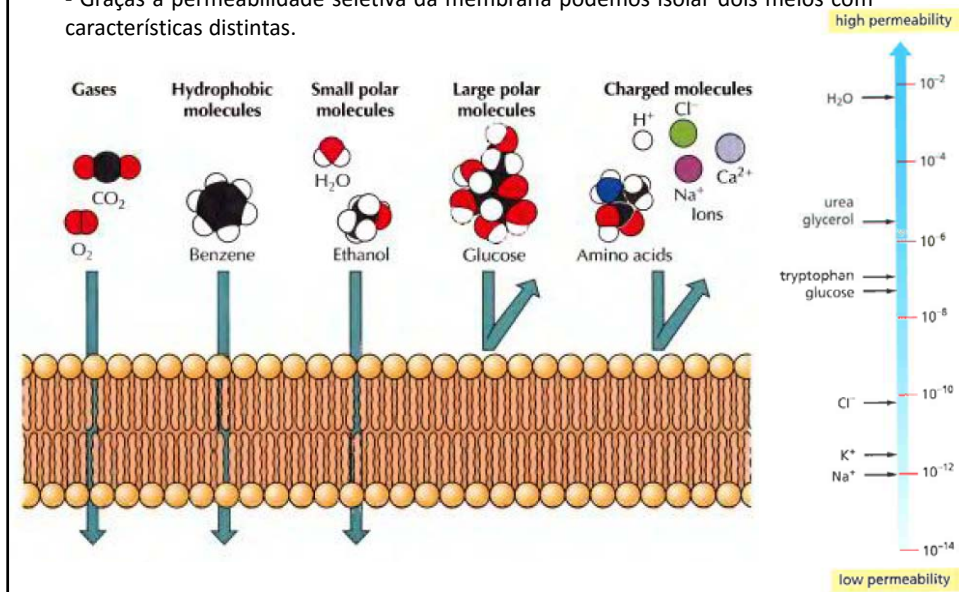
- Abaixo estão representados modelos de transporte de membrana e sinalização celular .



Osmolaridade Celular

Permeabilidade seletiva da membrana

- Graças à permeabilidade seletiva da membrana podemos isolar dois meios com características distintas.



Osmolaridade Celular

Diferenças eletroquímicas intra e extracelular

- Graças à permeabilidade seletiva da membrana podemos isolar dois meios com características distintas.

Tabela 11-1 Uma comparação de concentrações de íons no interior e no exterior de uma célula típica de mamífero

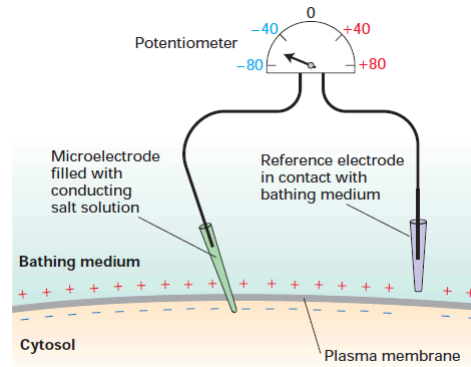
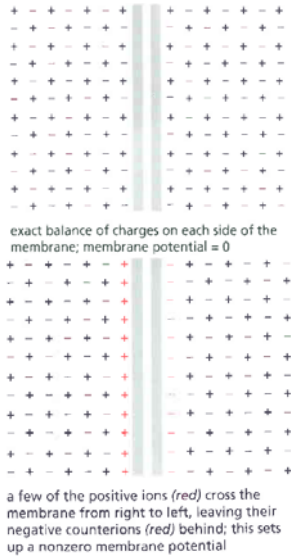
Componente	Concentração intracelular (mM)	Concentração extracelular (mM)
Cátions		
Na ⁺	5-15	145
K ⁺	140	5
Mg ²⁺	0,5	1-2
Ca ²⁺	10 ⁻⁴	1-2
H ⁺	7 × 10 ⁻⁵ (10 ^{-7,2} M ou pH 7,2)	4 × 10 ⁻⁵ (10 ^{-7,4} M ou pH 7,4)
Ânions*		
Cl ⁻	5-15	110

KADENTRONAFORA

Osmolaridade celular

Diferenças eletroquímicas intra e extracelular

- Graças à permeabilidade seletiva da membrana podemos isolar dois meios com características distintas.

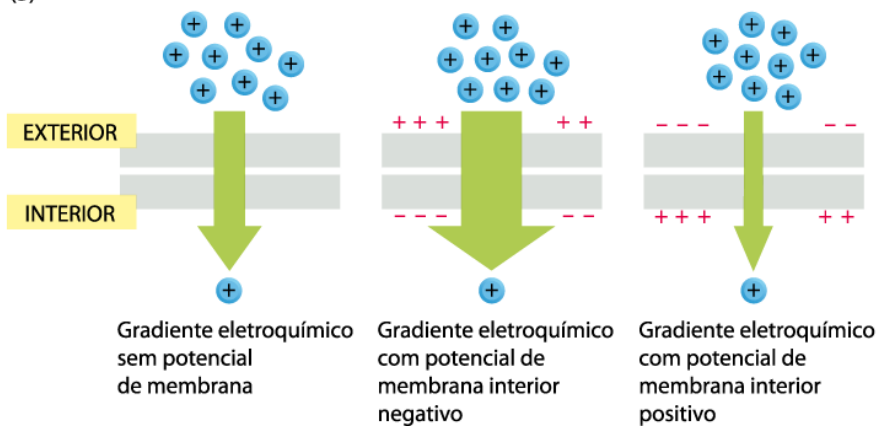


Osmolaridade Celular

Gradiente de concentração

-Gradiente de concentração indica a alteração no valor da concentração de determinada substância por unidade de espaço sendo definido como vetor gradiente do campo de escalares que representa a concentração.

(B)

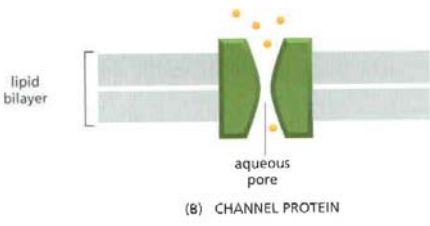


Transporte transmembrana

Osmose

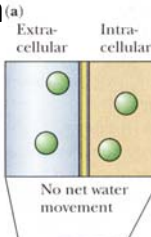
-É o transporte ou movimento de água através da membrana sempre em direção à um meio hipertônico.

-O movimento é facilitado por aquaporinas.

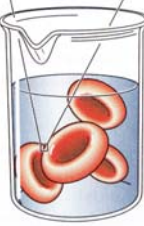


(a)

Extra-cellular Intra-cellular



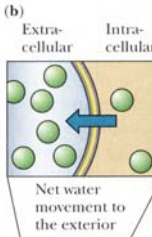
No net water movement




Isotonic solution
(Concentration of ions equal in solution and cell)

(b)

Extra-cellular Intra-cellular



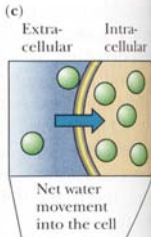
Net water movement to the exterior




Hypertonic solution
(Higher concentration of ions in solution than in cell)

(c)

Extra-cellular Intra-cellular



Net water movement into the cell




Hypotonic solution
(Lower concentration of ions in solution than in cell)

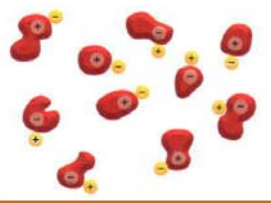
Osmolaridade Celular

Diferenças eletroquímicas intra e extracelular

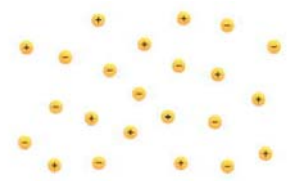
O PROBLEMA




1 – Macromoléculas por si só contribuem muito pouco para a osmolaridade celular.



2 – Como resultado do transporte ativo e processos metabólicos, a célula contém uma alta concentração de pequenas moléculas orgânicas como sacarídeos e aminoácidos.



3 – A osmolaridade extracelular é mantida devido a pequenas moléculas como íons inorgânicos que lentamente fluem para o interior da célula.



H₂O

Devido a tais fatores, a célula que não controla sua osmolaridade terá altas concentrações de solutos internamente. Esta diferença de concentrações iônicas causa um constante movimento da água para o citoplasma através de osmose.

Transporte transmembrana

Osmose

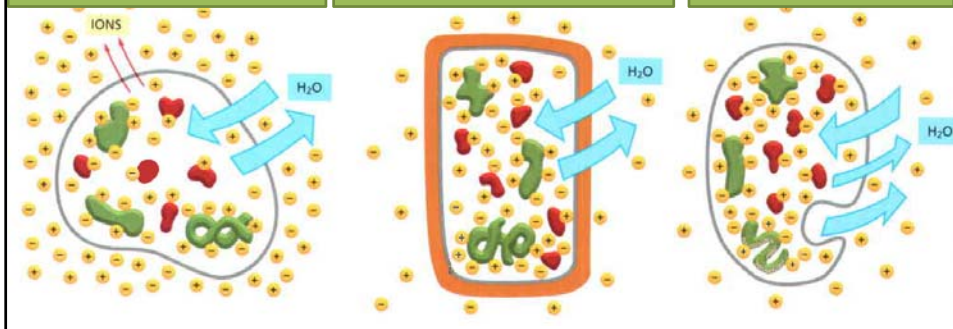
-Diferentes estratégias são utilizadas pelas células para resolver o problema da osmose.

A SOLUÇÃO

Células animais e bactérias controlam sua osmolaridade através de um bombeamento ativo de íons inorgânicos, como Na⁺, para o meio extracelular compensando o excesso de solutos orgânicos

Células vegetais e bactérias previnem a turgescência com a parede celular, que tolera a diferença osmótica dentro do plasma criando uma pressão de turgor interna que equilibra a pressão osmótica

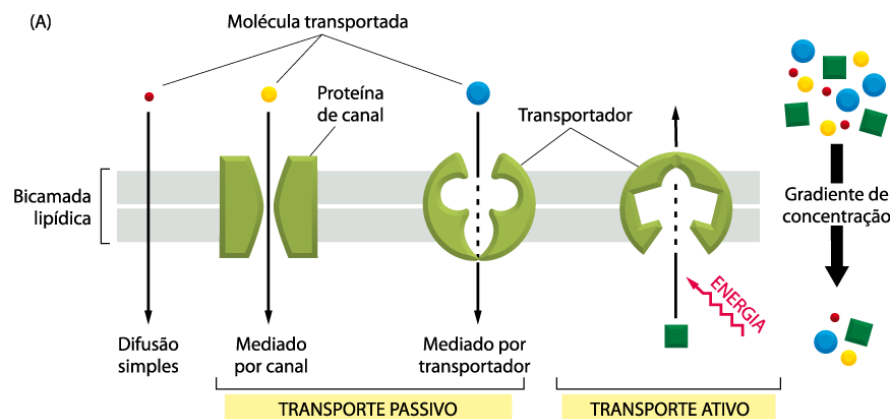
Muitos protozoários o turgor pela diferença osmótica por eliminação do excesso de água através de vacúolos contráteis



Transporte transmembrana

Gradiente de concentração e transporte de moléculas

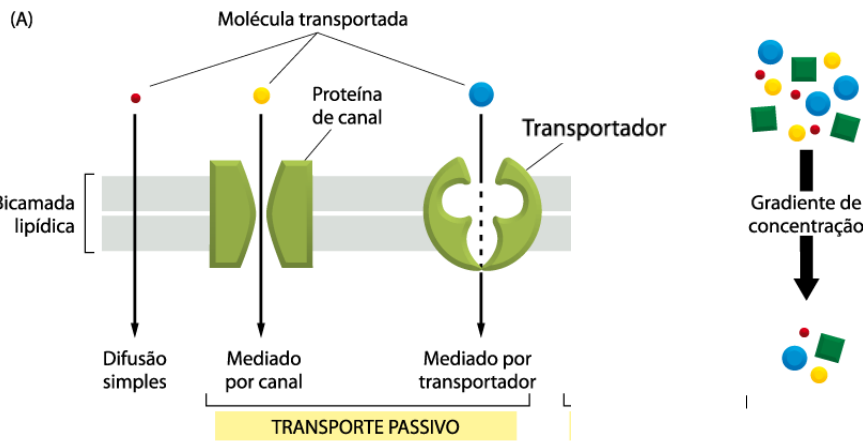
-De acordo com o gradiente de concentração as moléculas podem mover-se favoravelmente ou contra este gradiente, definindo dois tipos básicos de transporte



Transporte Passivo

Difusão

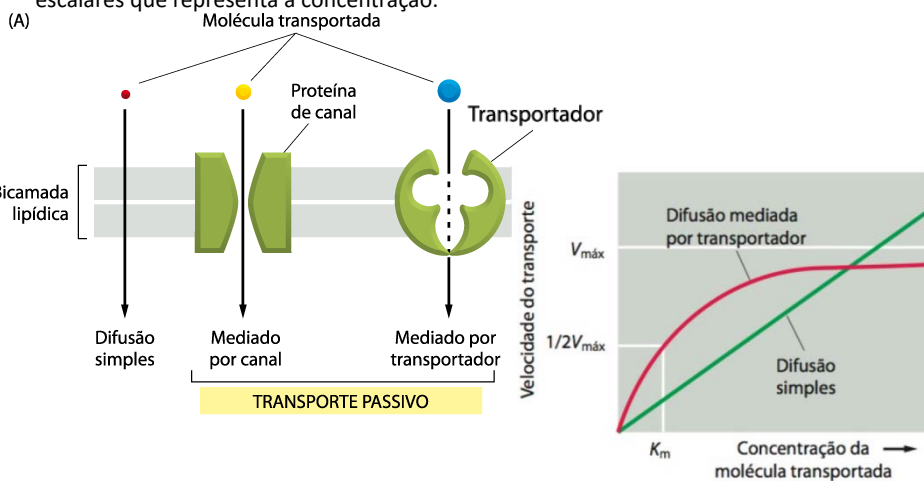
-Gradiente de concentração indica a alteração no valor da concentração de determinada substância por unidade de espaço sendo definido como vetor gradiente do campo de escalares que representa a concentração.



Transporte Passivo

Difusão Simples e Facilitada

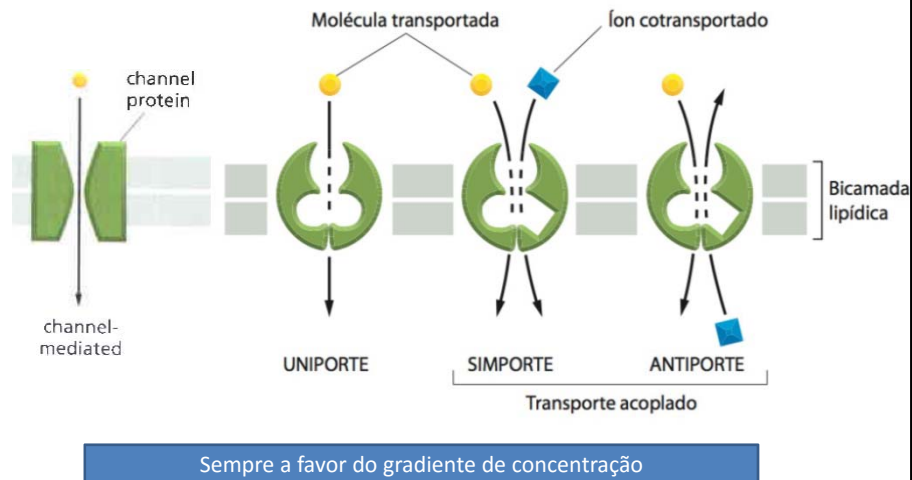
-Gradiente de concentração indica a alteração no valor da concentração de determinada substância por unidade de espaço sendo definido como vetor gradiente do campo de escalares que representa a concentração.



Transporte Passivo

Tipos de transporte de moléculas

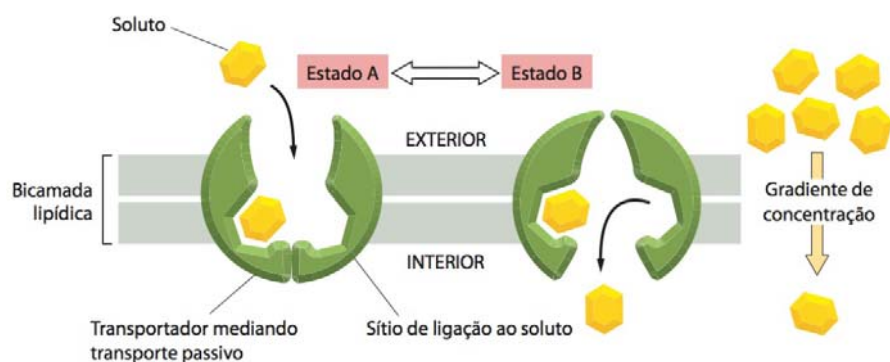
-O primeiro tipo de transporte ocorre através de um canal que quando aberto permite o fluxo livre de determinada molécula ou íon e os outros 3 tipos de transporte ocorrem mediados por alterações na conformação das proteínas de membranas, carreando as moléculas.



Transporte Passivo

Tipos de transporte de moléculas

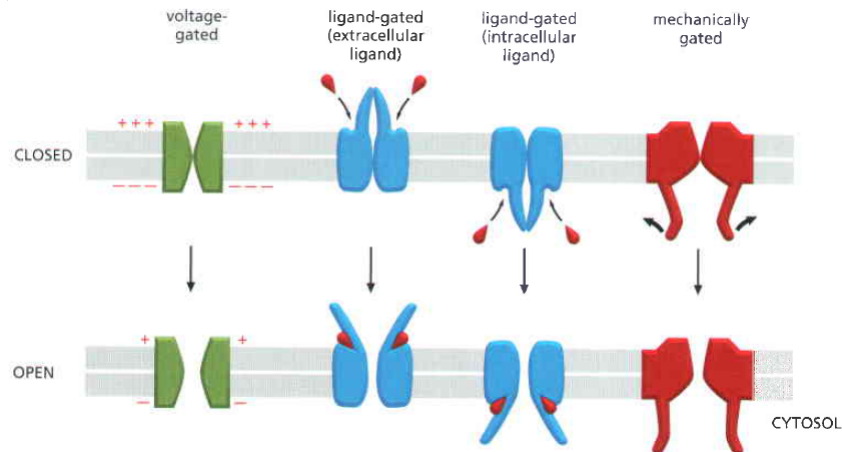
-A mudança da conformação da proteína ocorre em dois estágios conforme ilustrado na figura



Proteínas Canais

Canais iônicos

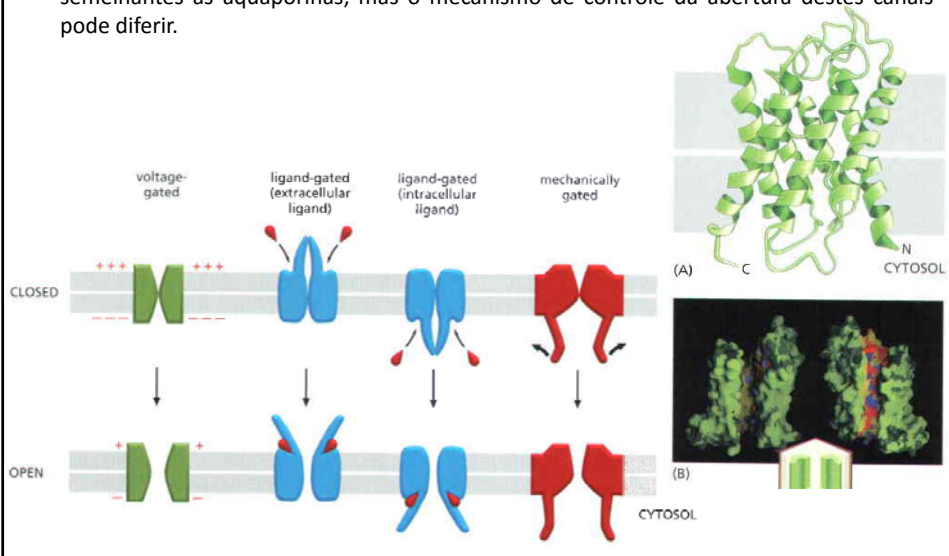
-São proteínas que permitem o fluxo de íons a favor de seu gradiente de concentração, semelhantes às aquaporinas, mas o mecanismo de controle da abertura destes canais pode diferir.



Proteínas Canais

Canais iônicos

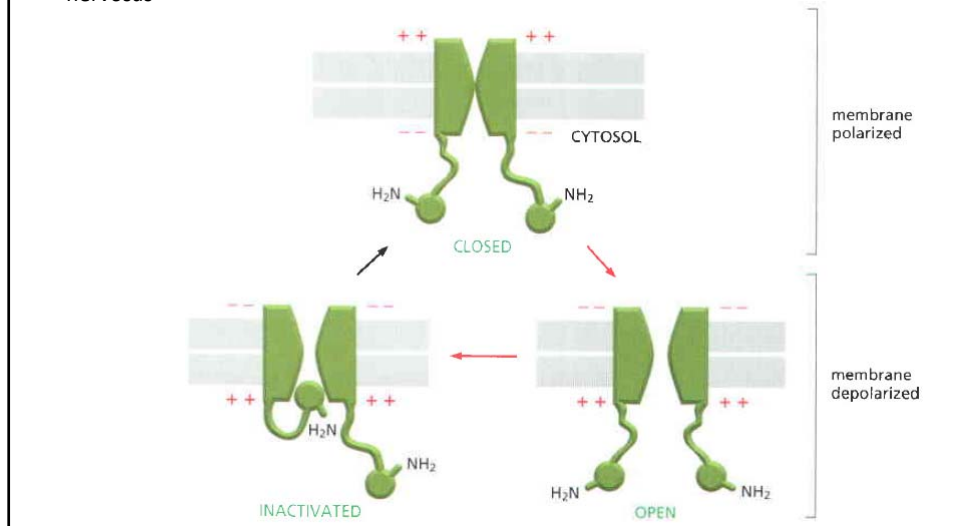
-São proteínas que permitem o fluxo de íons a favor de seu gradiente de concentração, semelhantes às aquaporinas, mas o mecanismo de controle da abertura destes canais pode diferir.



Proteínas Canais

Canais iônicos voltagem dependente

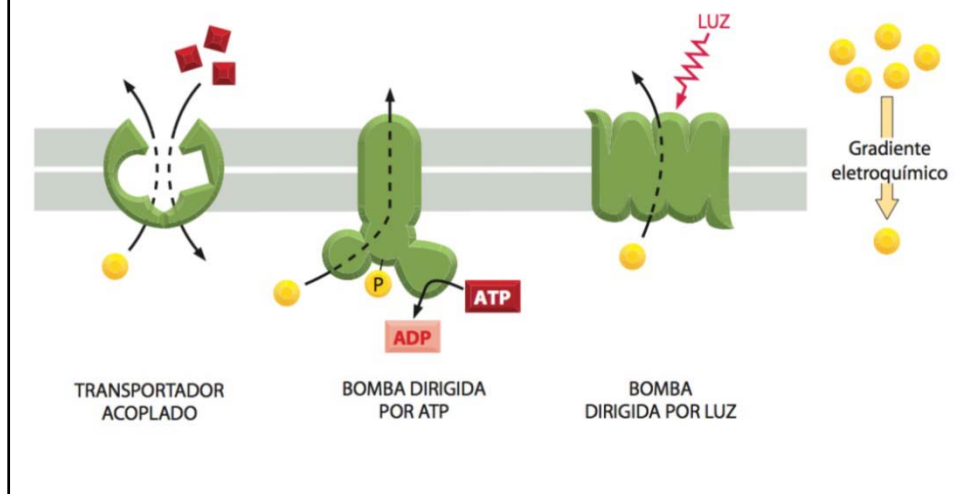
-São canais que sofrem alterações na conformação de acordo com o potencial de membrana. São fundamentais para a propagação do potencial de ação em células nervosas



Transporte Ativo

Sempre utiliza energia de outro processo

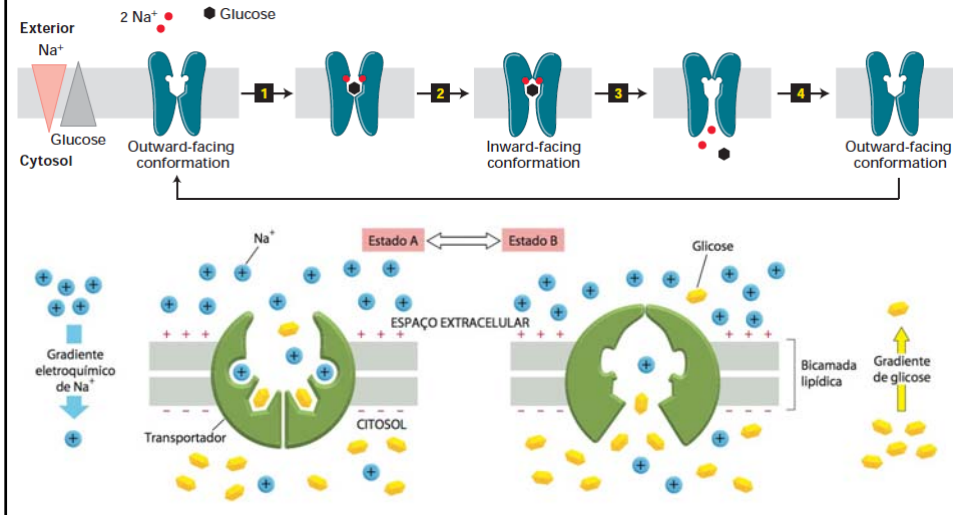
-A energia utilizada para o transporte ativo pode ser proveniente de um gradiente de concentração, da hidrólise de uma molécula com alta carga energética ou de fótons.



Transporte Ativo

Utilizando o gradiente de concentração de um íon

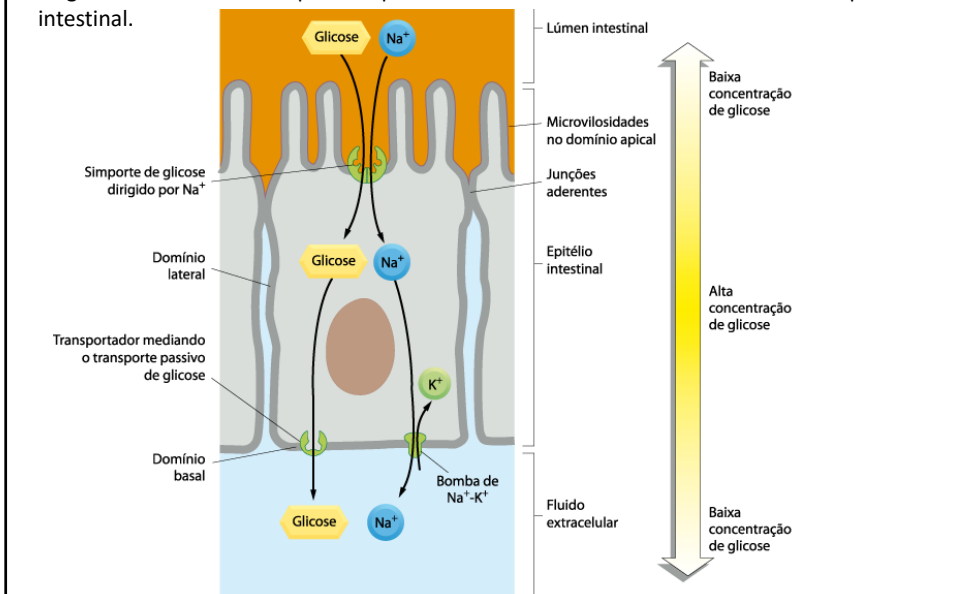
-A glicose é transportada para o interior da célula através de transporte antiporte onde uma molécula de glicose é transportada contra seu gradiente de concentração utilizando o gradiente do Na^+ .



Transporte Ativo

Utilizando o gradiente de concentração de um íon

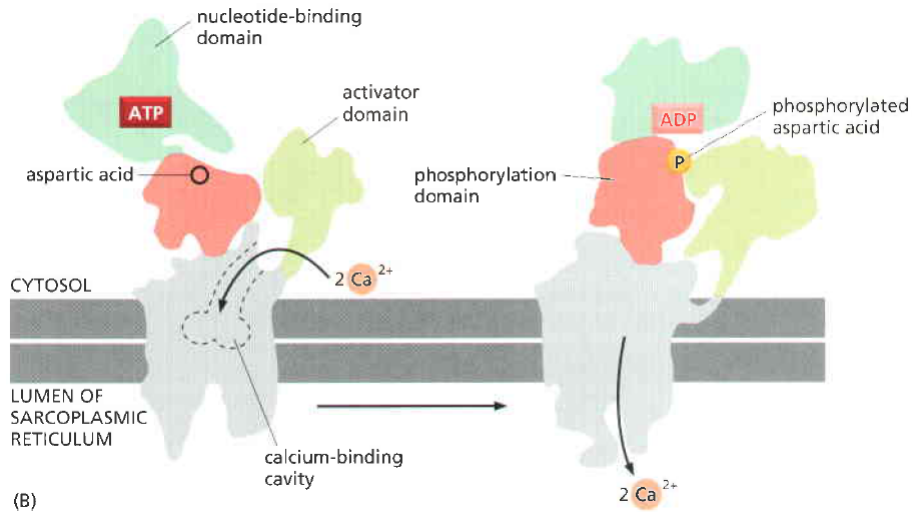
-A glicose também é transportada por carreadores na membrana basolateral no epitélio intestinal.



Transporte Ativo

Utilizando a energia do ATP

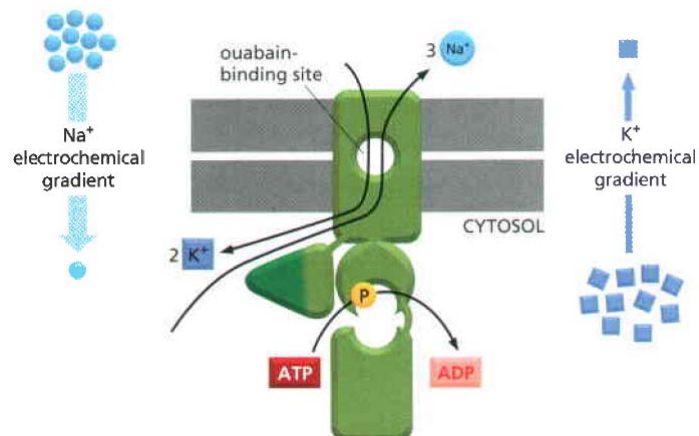
-Bomba de Cálcio (Ca^{2+} -ATPase): O processo envolve o transporte de dois íons por molécula de ATP



Transporte Ativo

Utilizando a energia do ATP

-Bomba NKA (Na^+/K^+ -ATPase): Este transporte dirige os dois íons contra seu gradiente eletroquímico e para cada molécula de ATP hidrolizada 3Na^+ são transportados para fora da célula e 2K^+ para dentro.

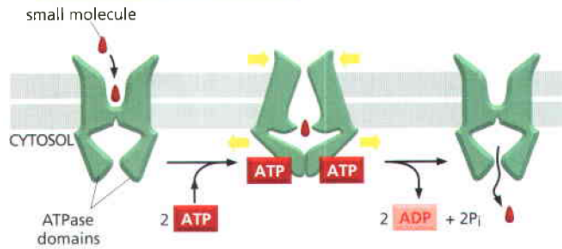


Transporte Ativo

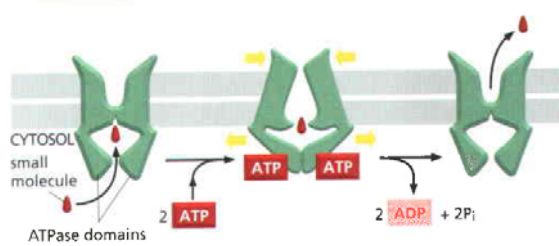
Utilizando a energia do ATP

-Transportadores ABC (ATP binding cassette): Estes transportadores são altamente conservados e apresentam importância clínica.

(A) A BACTERIAL ABC TRANSPORTER



(B) A EUKARYOTIC ABC TRANSPORTER



Transporte Ativo

Transportadores fotoenergéticos

-Transportadores encontrados em cloroplastos realizam transporte de prótons mediados por coenzimas.

