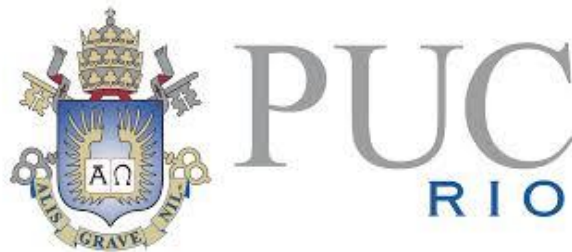


FUNDAMENTOS DA NEUROCIÊNCIA

Bioeletrogênese – parte 1

AULA - Nº 2

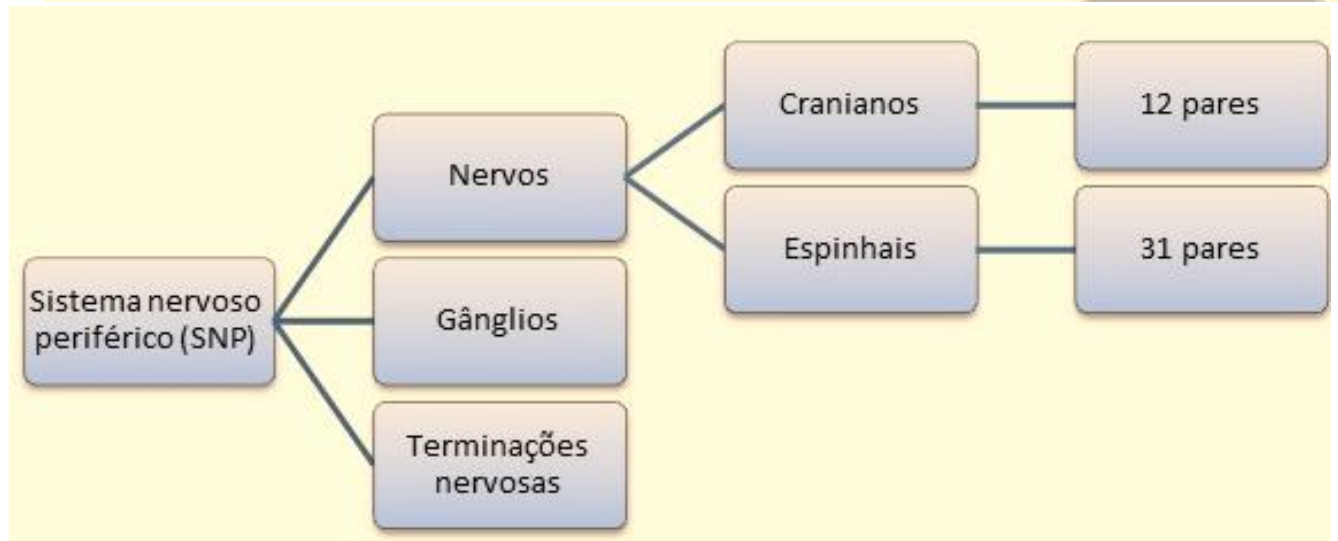
Elaboração: Prof^a: Norma M. S. Franco
Organização: André Mendonça



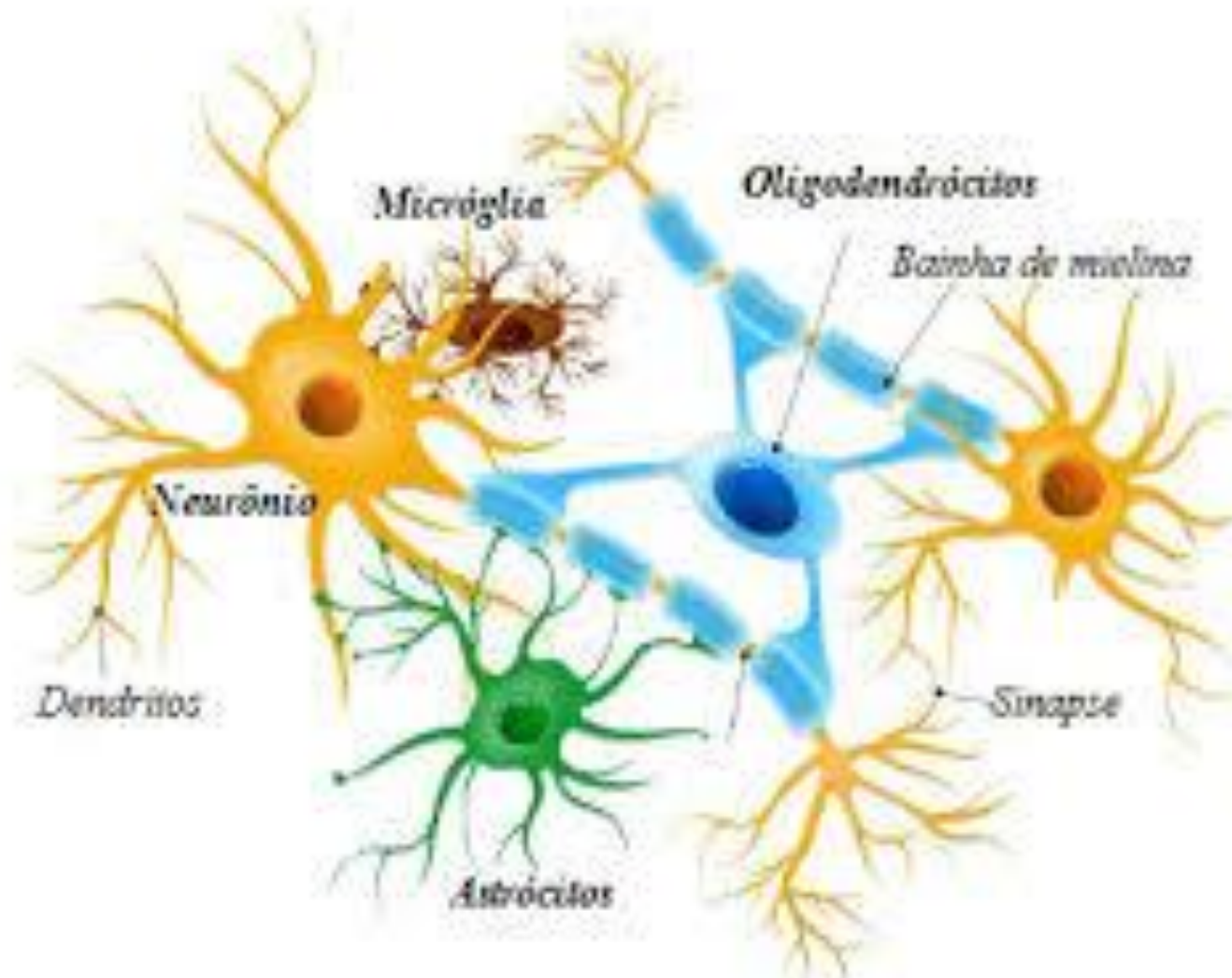
ATUALIZAÇÃO: Prof^a.: Cátia Martins Leite Padilha
E-mail: catiamlpadilha@gmail.com
Cel.: 98596-3168

RELEMBRANDO...

DIVISÃO ANATÔMICA DO SISTEMA NERVOSO



CÉLULAS NERVOSAS



NEURÓGLIAS

Oligodendrócitos



Microglia



Células ependimárias



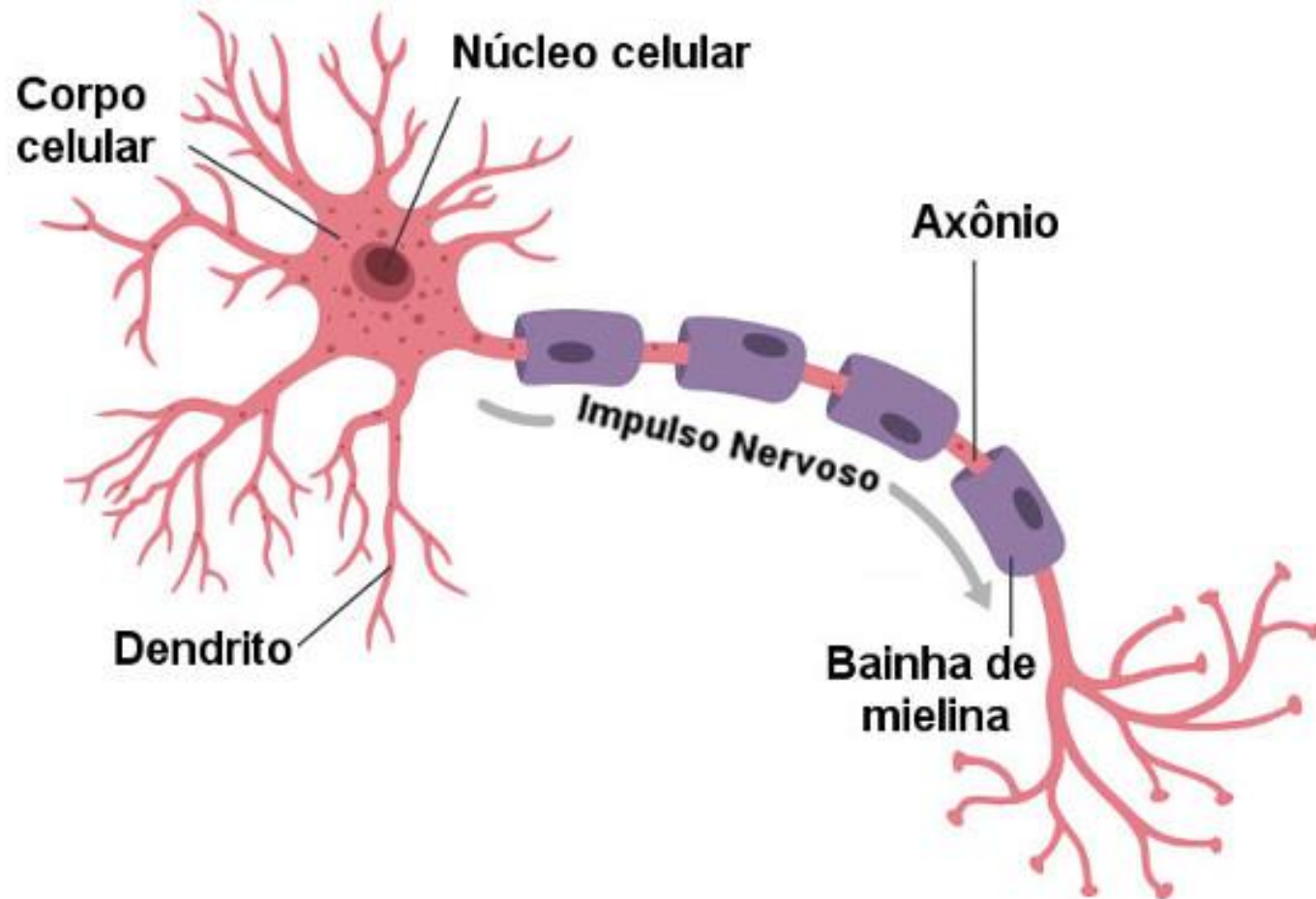
Astrócitos



Células de Schwann

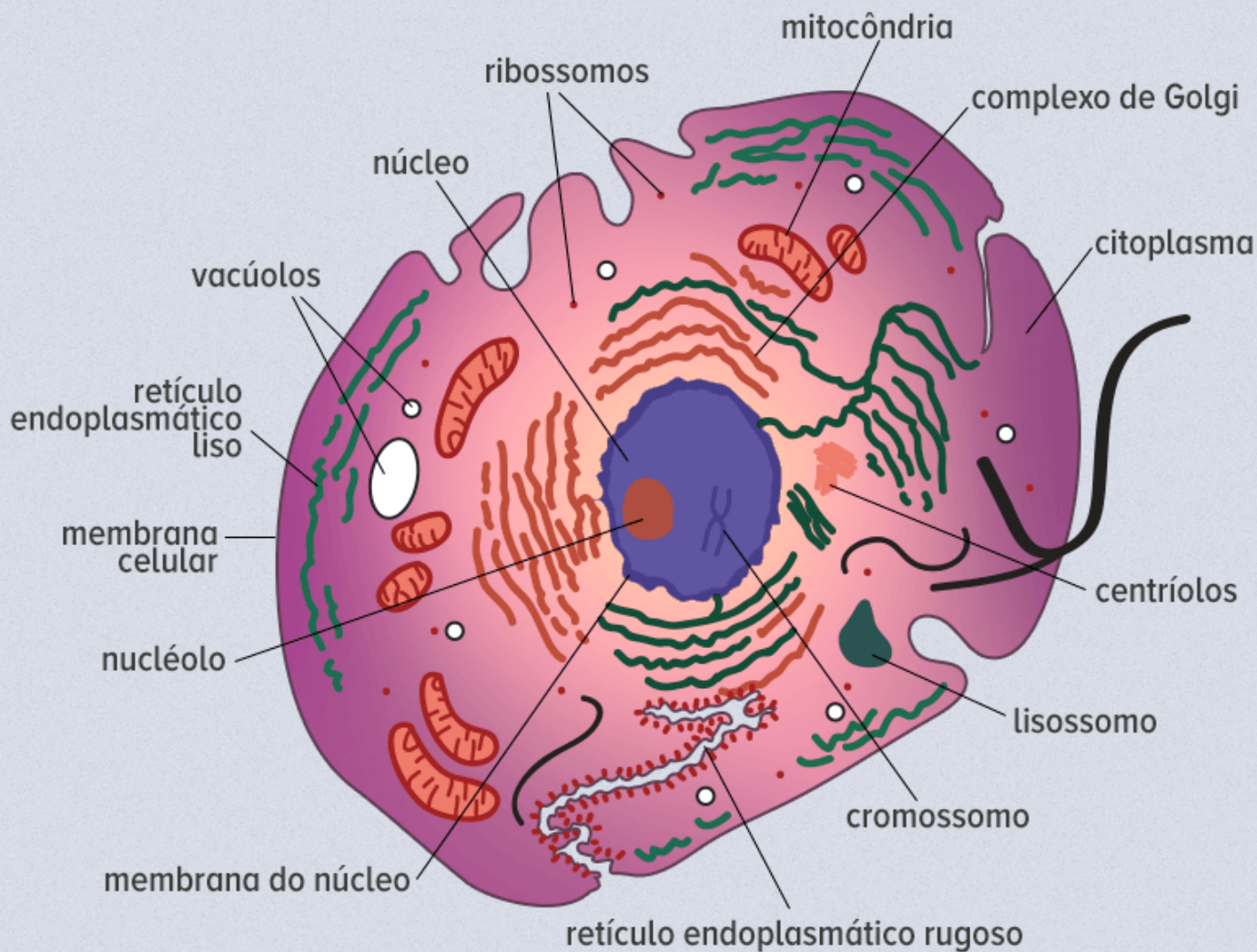


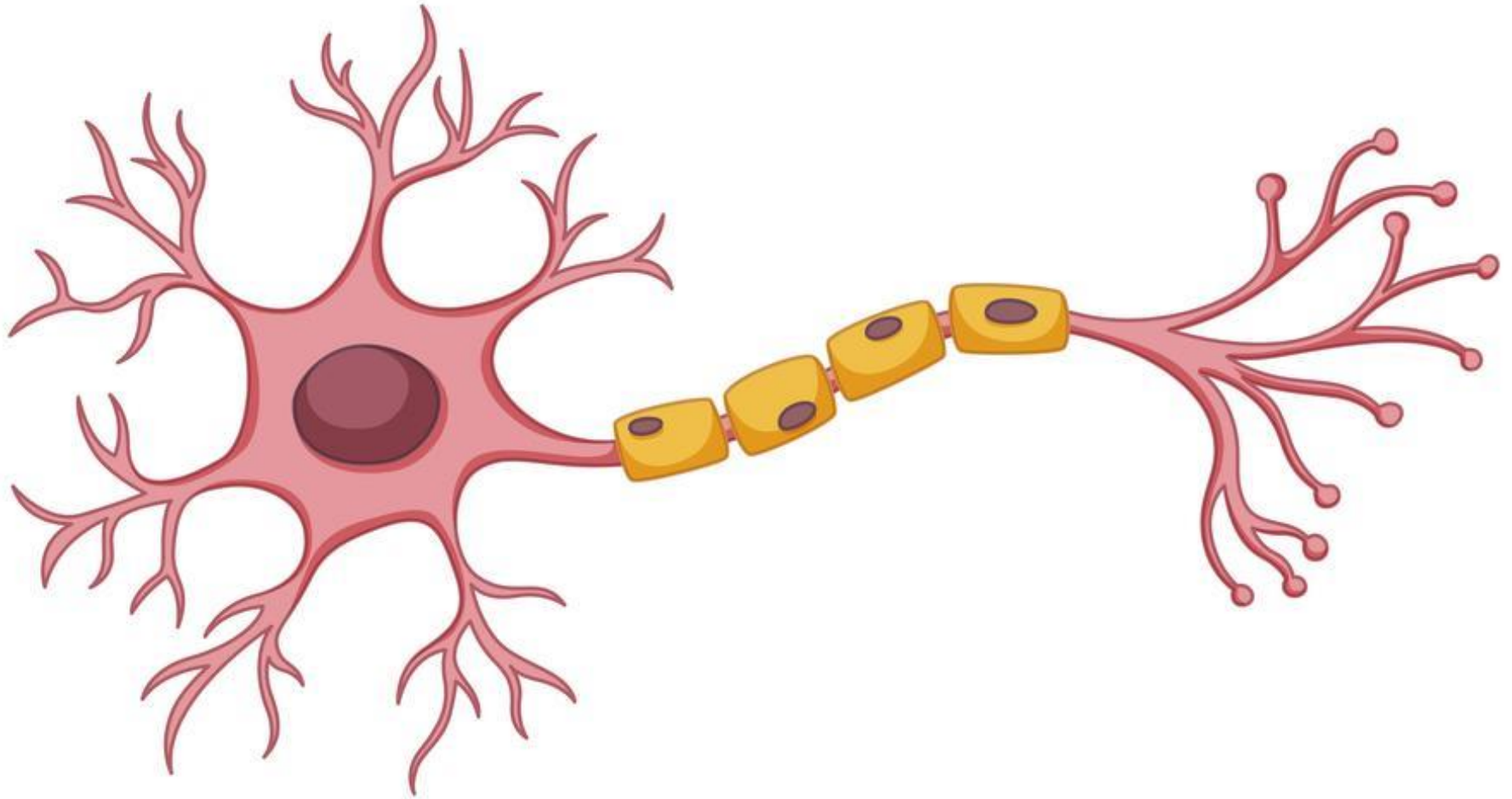
NEURÔNIO





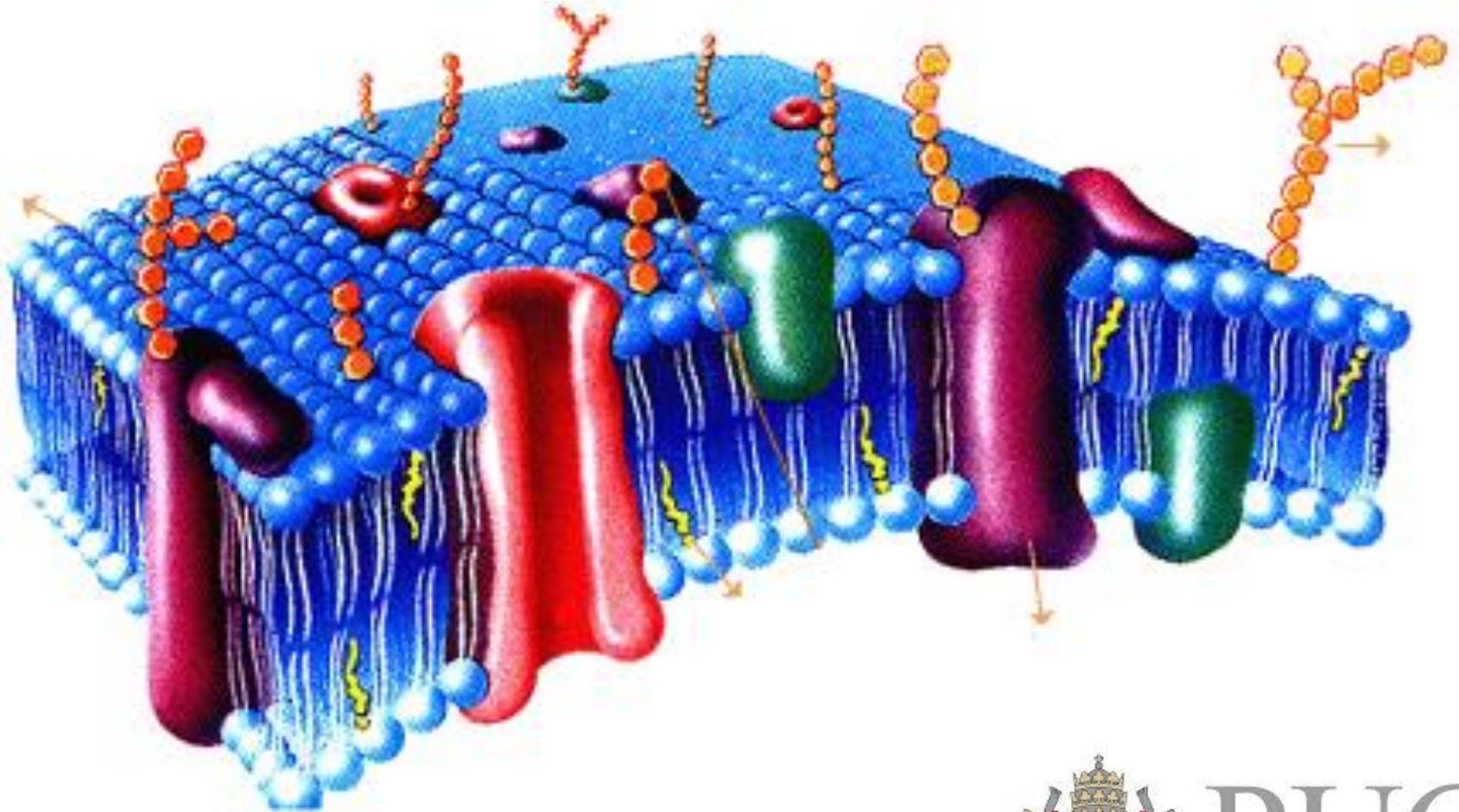
CÉLULA DO CORPO HUMANO





PUC
RIO

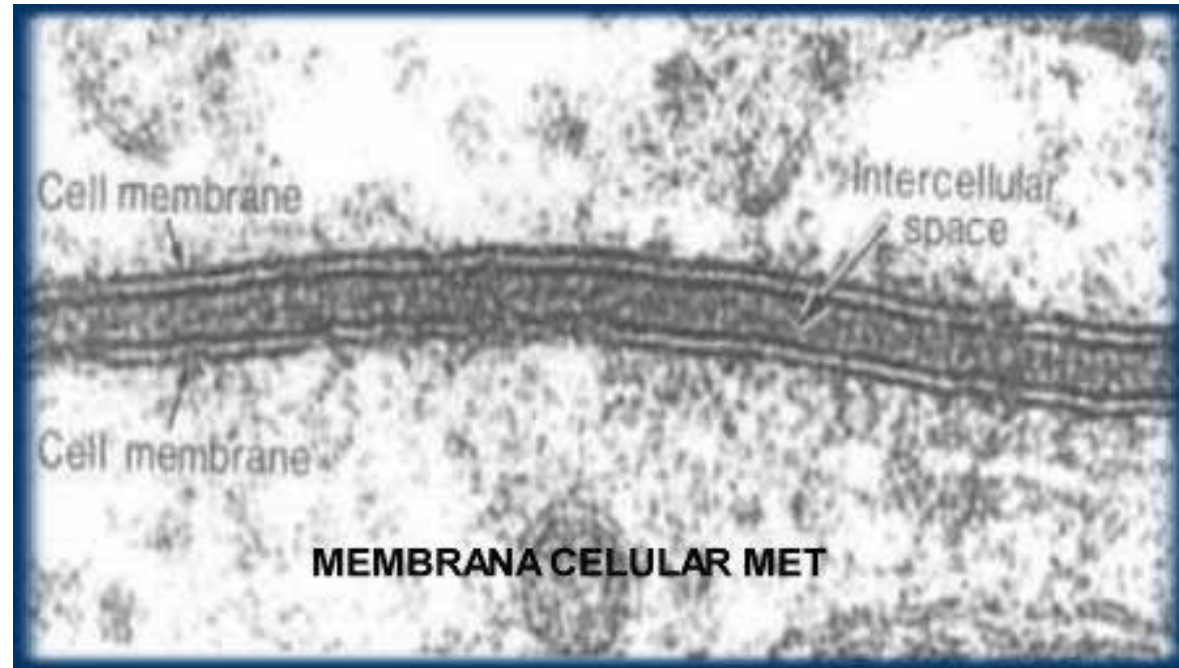
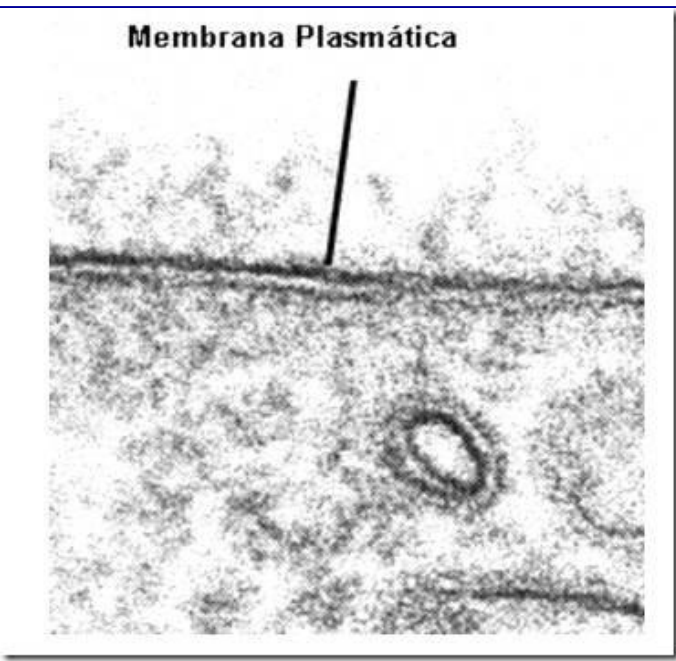
BIOMEMBRANAS



PUC
RIO

O impulso nervoso pode ser imaginado como um minúsculo sinal elétrico que percorre um neurônio em um nível mais elementar, consiste em partículas químicas que se movimentam pela membrana da célula de um lado para o outro.

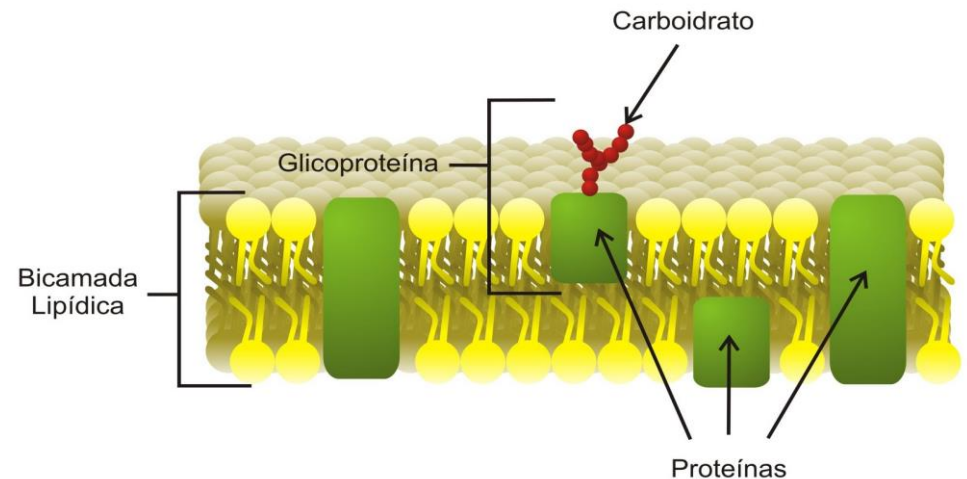
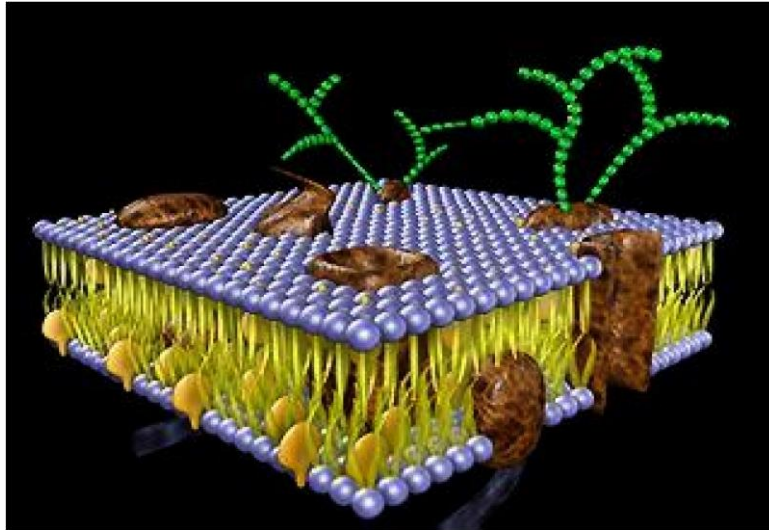
Essa condução se faz através da **membrana plasmática**.



Membrana plasmática vista pelo microscópio eletrônico.

O que é a membrana plasmática?

A **membrana plasmática** é uma estrutura trilaminar, formada por uma **dupla camada** de **fosfolipídios**, interrompida de espaço em espaço por moléculas de **proteínas**. Na face externa, aparecem ramificações de glicídios (polissacarídeos) presos à proteína ou ao lipídio.



Estrutura de uma membrana biológica

- Dupla camada de fosfolipídios
- Proteínas
 - Proteínas extrínsecas
 - Proteínas intrínsecas

Características das membranas

- Assimetria
- Fluidez

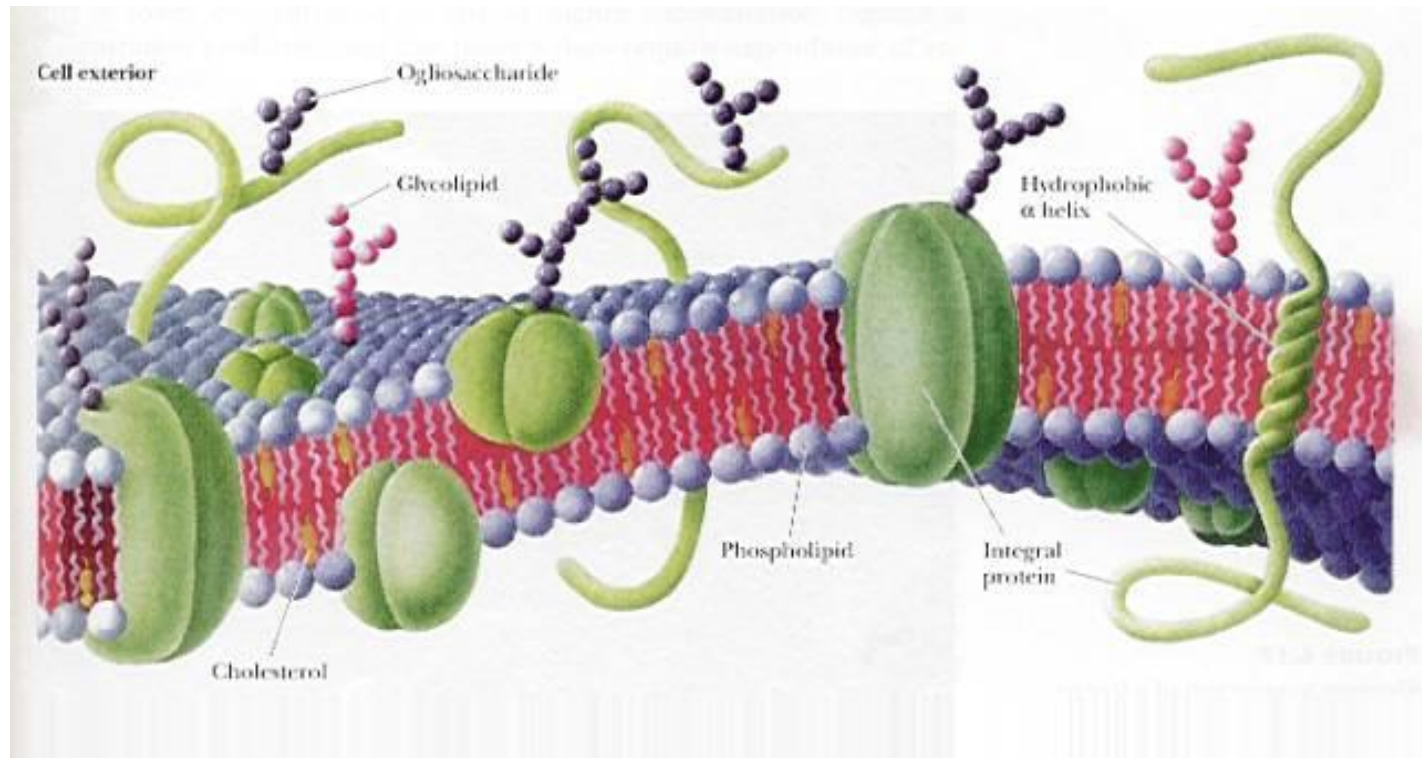
Funções das membranas

- Proteger (mantem as estruturas internas (citoplasma e núcleo) protegidos do meio extracelular definindo suas fronteiras).
- Mantem as diferenças entre o citosol (citoplasma) e o meio extracelular graças a permeabilidade seletiva.
- Permeabilidade seletiva (tal propriedade da membrana é semelhante a uma catraca, a membrana “escolhe” o que entra ou sai da célula).



Mosaico Fluído (Singer e Nicholson)

Dupla camada lipídica com extremidades hidrofóbicas voltadas para o interior e as hidrofílicas voltadas para o exterior. Participam da composição proteínas (integrais ou esféricas) e glicídios ligados às proteínas (glicoproteínas) ou lipídios (glicolipídios).



PERMEABILIDADE SELETIVA

A **BICAMADA LIPÍDICA** permite o transporte de moléculas do meio extracelular para o intracelular de duas formas:

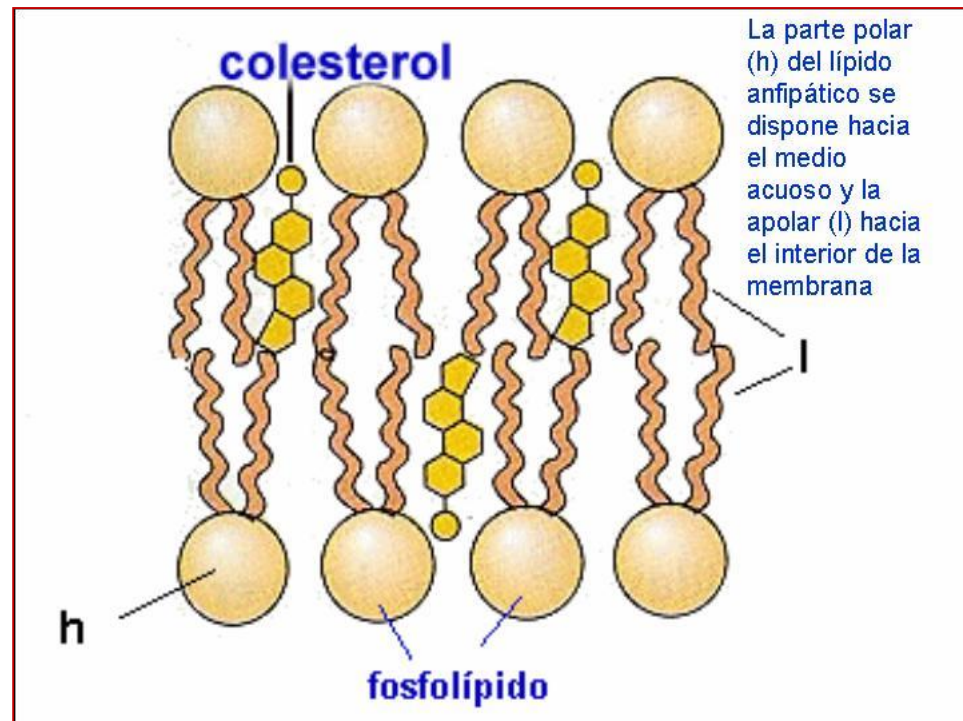
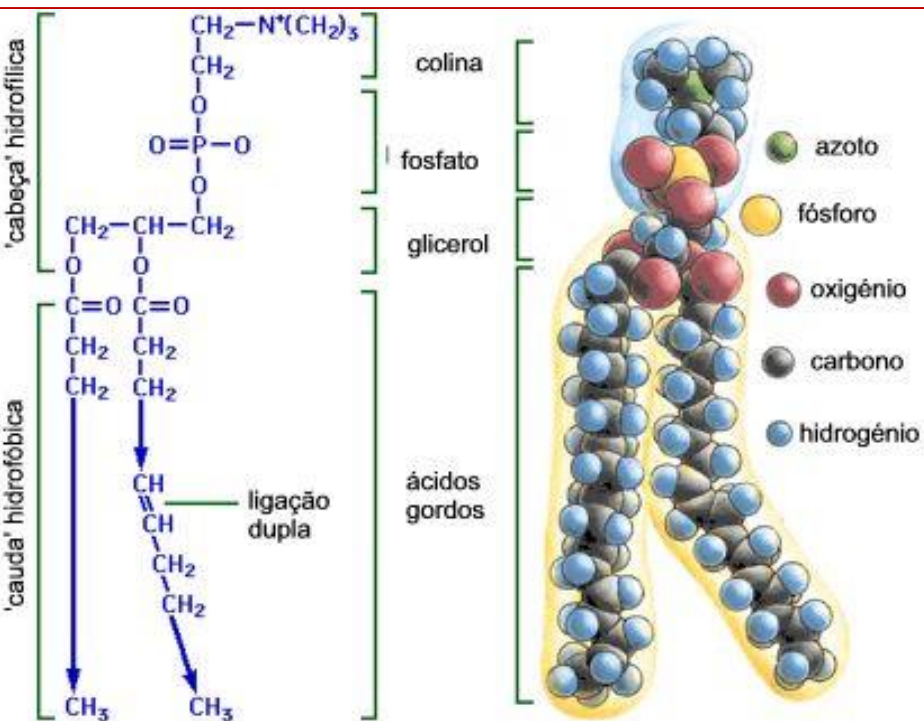
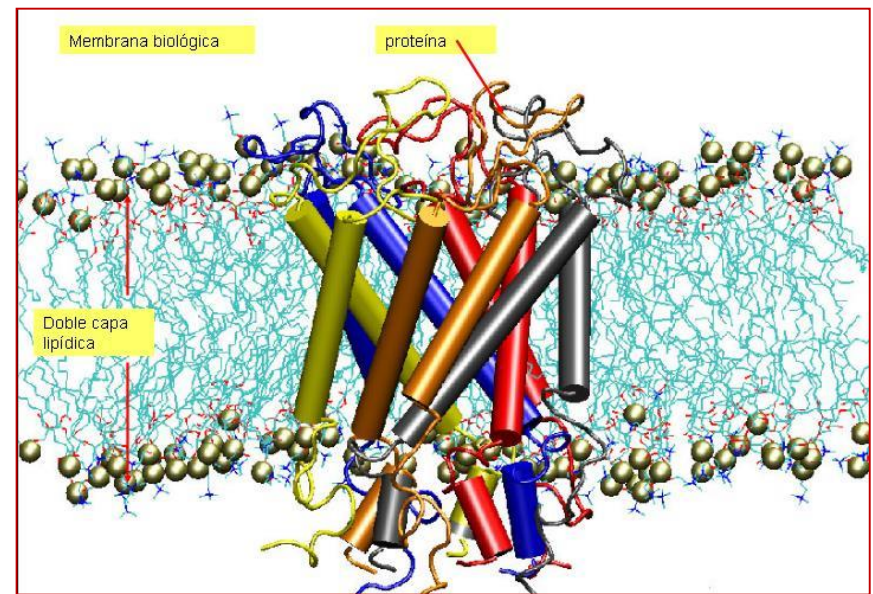
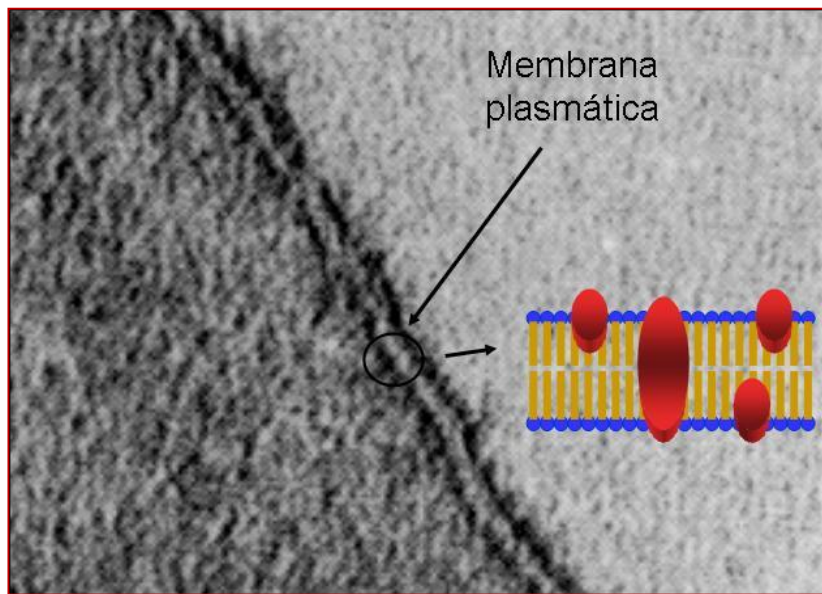
TRANSPORTE PASSIVO.

TRANSPORTE ATIVO.

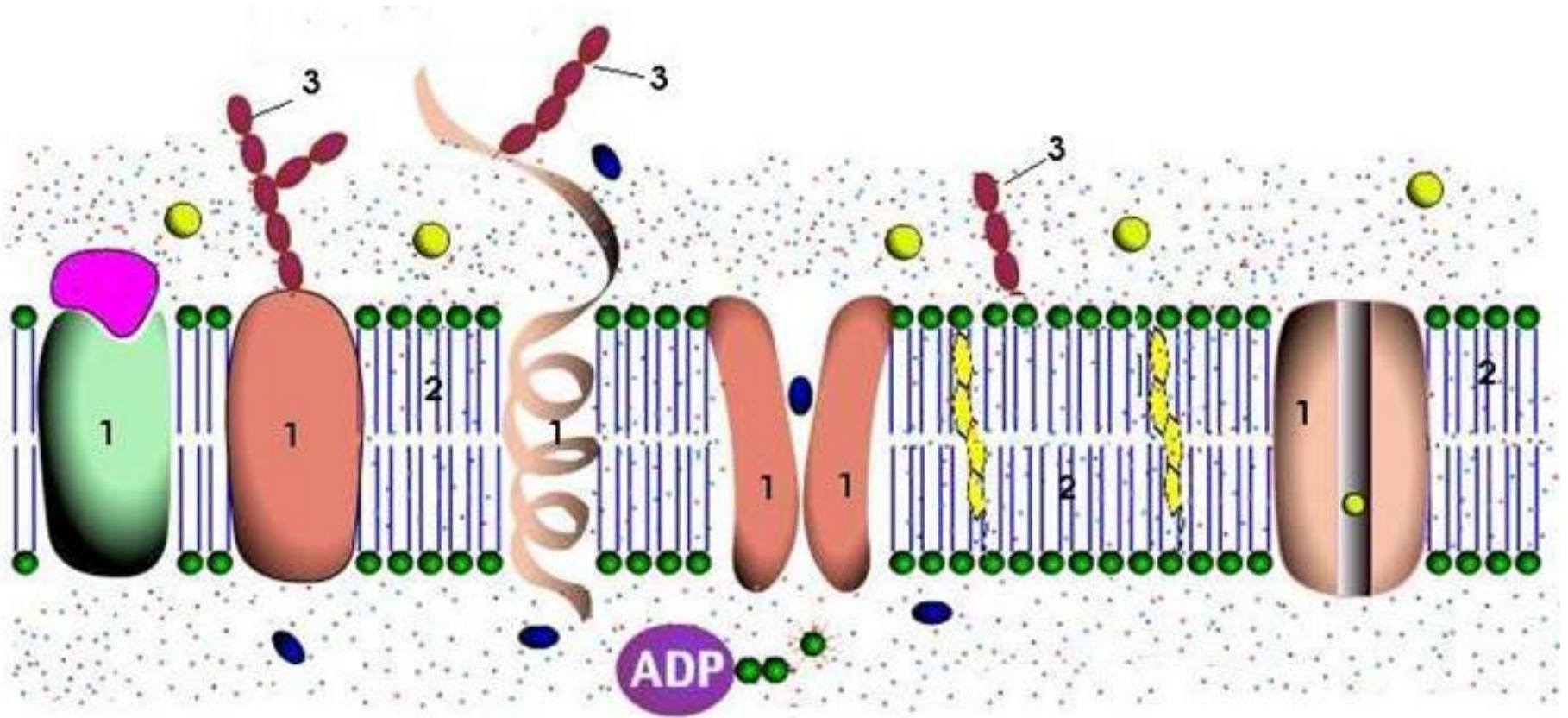
O transporte das moléculas é auxiliado por **CANAIS**, **CARREADORES** e **BOMBAS**.

○ **GRADIENTE DE CONCENTRAÇÃO** refere-se à diferença de concentração (quantidade) de íons em torno da membrana.

O gradiente de concentração estabelece o tipo de transporte através da membrana. Se este será ativo ou passivo.



MEMBRANA PLASMÁTICA

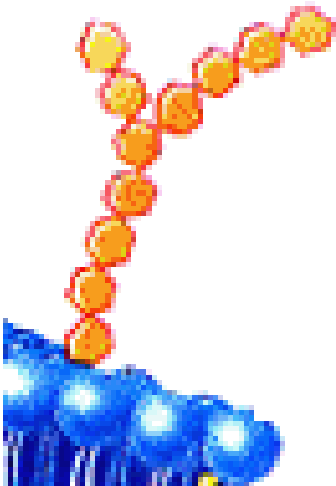


Membrana plasmática: 1) proteínas, 2) lípidos y 3) glúcidos (oligosacáridos).

FUNÇÕES

➤ Reconhecimento celular

Se deve as glicoproteínas (glicocálix) da camada externa da membrana. As células do sistema imune reconhecem a si próprias através delas.



- Ajuda a manter o formato celular
- Ajuda a locomoção



PUC
RIO

➤ **Permeabilidade seletiva**

Através da membrana celular se realizam os intercâmbios entre a célula e o meio exterior. A membrana é basicamente, uma barreira seletiva .

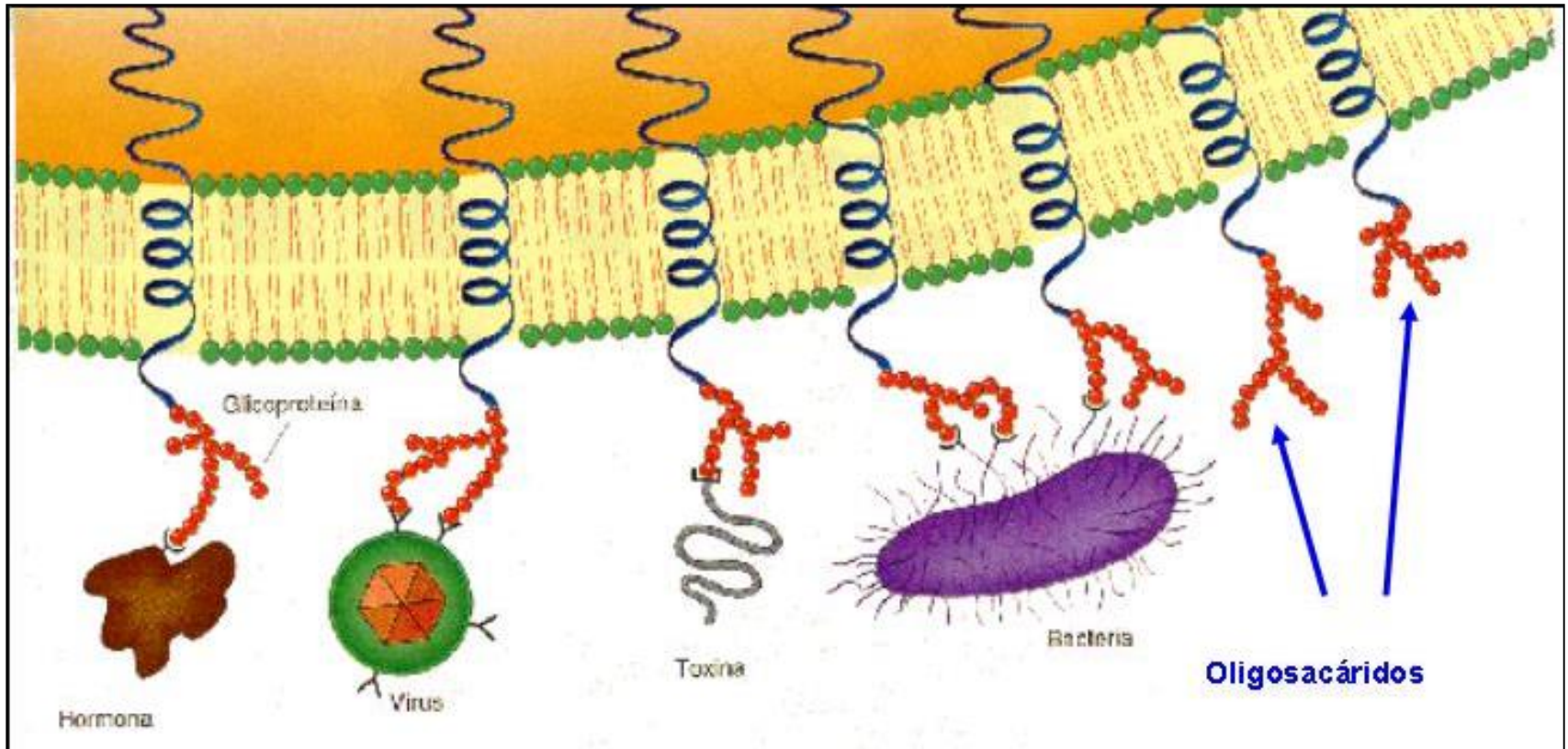
A membrana é capaz de atrair substâncias úteis e de dificultar a entrada de substâncias indesejáveis.

Exercendo assim um rigoroso controle no trânsito através das fronteiras da célula.

➤ **Receptora**

Muitos hormônios regulam a atividade de uma célula em determinados pontos de proteínas receptoras específicas. Dessa maneira ativam ou inibem processos metabólicos.

RECONHECIMENTO E RECEPÇÃO



TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA

➤ Transporte passivo simples

sem gasto de energia

a favor de um gradiente osmótico

pequenas moléculas (água) e moléculas apolares

➤ Transporte passivo facilitado

sem gasto de energia

a favor de um gradiente osmótico

precisa de transportadores

(proteínas)

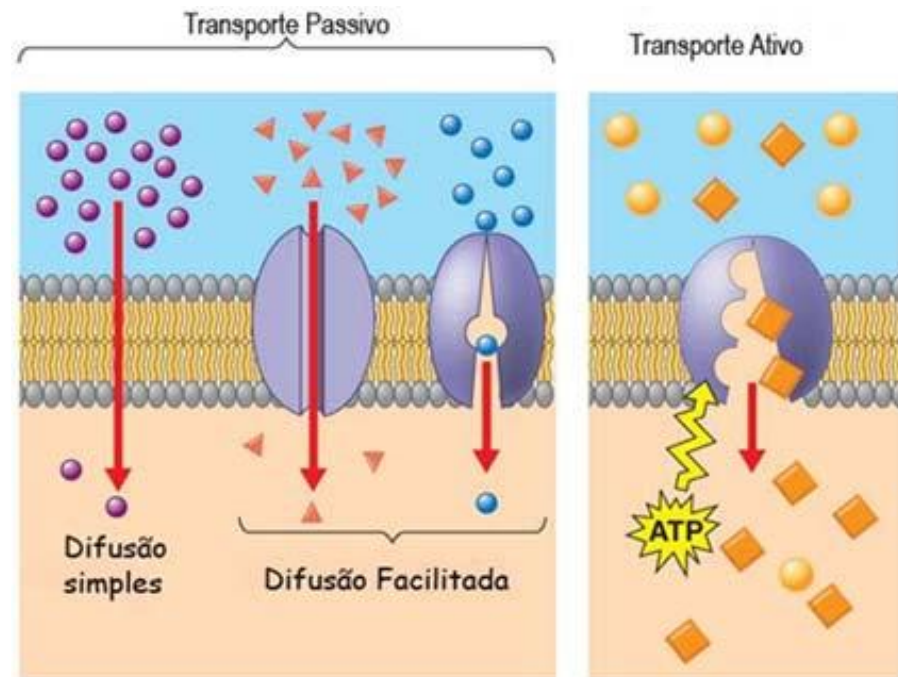
pequenas moléculas polares

(glicose) e íons

➤ Transporte ativo

com gasto de energia (ATP)

contra um gradiente osmótico

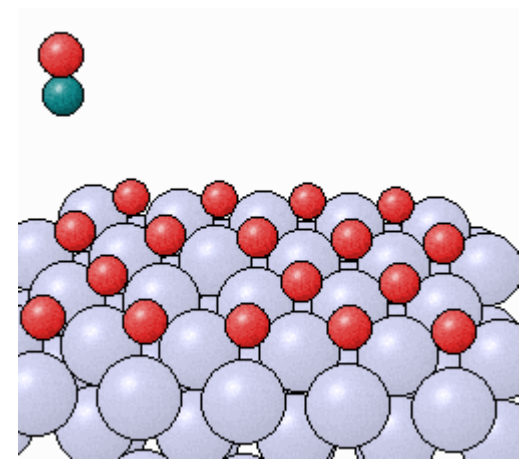


TRANSPORTE PASSIVO

➤ Não há gasto de energia

Osmose

Difusão: simples e facilitada



➤ **Meio hipotônico**- soluções menos concentradas que o citoplasma.

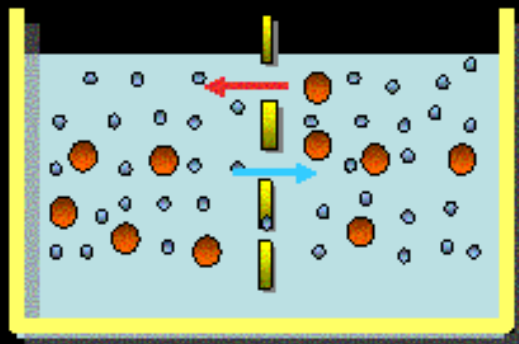
➤ **Meio hipertônico**- soluções mais concentradas que o citoplasma.

➤ **Meio isotônico**- o meio que circunda a célula tem concentração do soluto equivalente a do líquido citoplasmático.

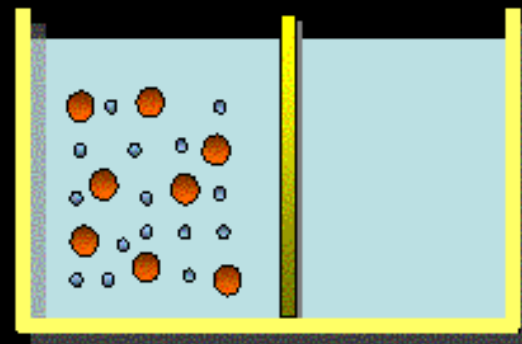
TRANSPORTE A TRAVÉS DE MEMBRANAS

◆ Clases de membranas:

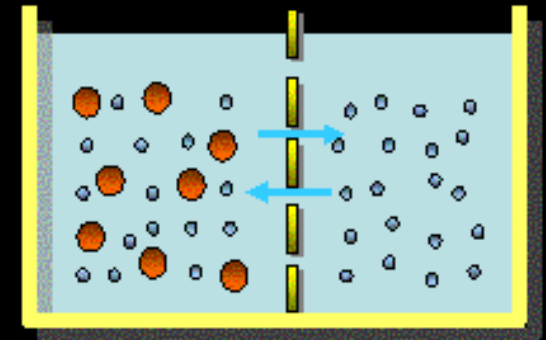
- ◆ **Permeable**
- ◆ **Semipermeable**
- ◆ **Impermeable**



permeable: pasa todo

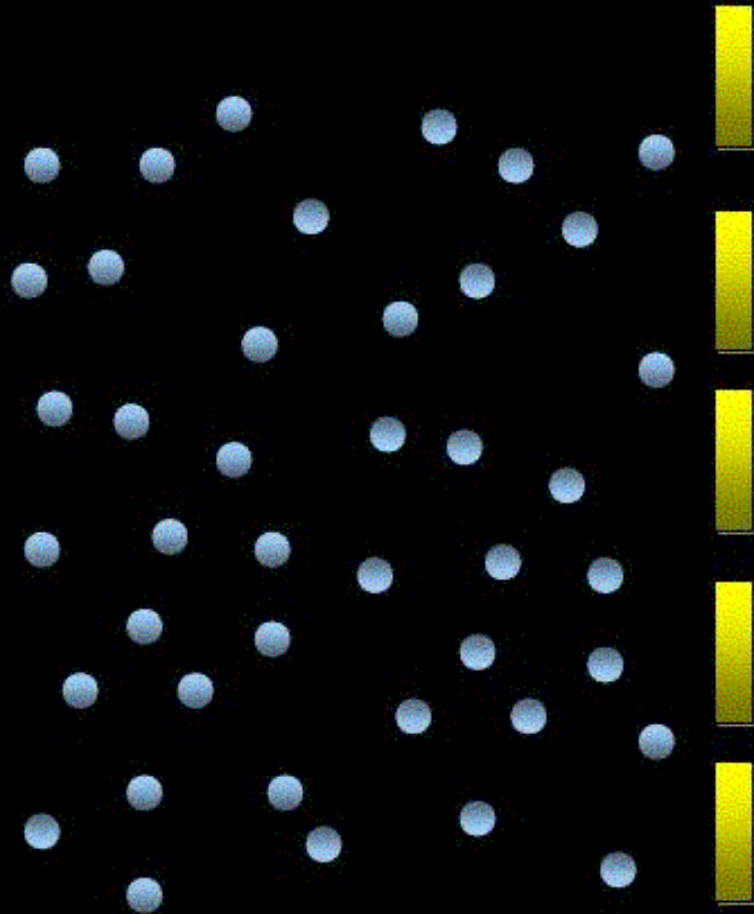


impermeable: no pasa nada



semipermeable: Pasa sólo el disolvente (agua).

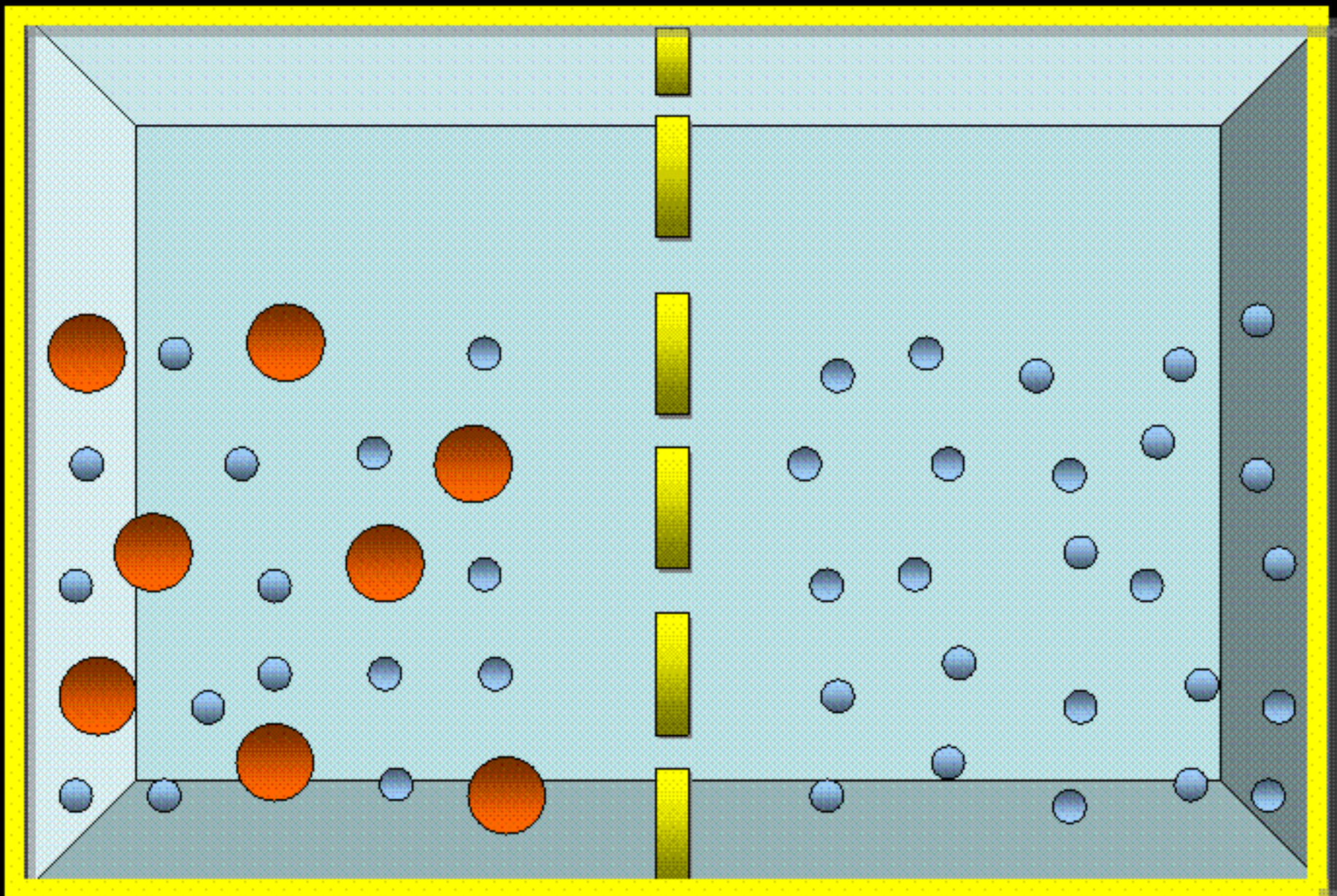
DIFUSÃO



MEIO HIPERTÔNICO

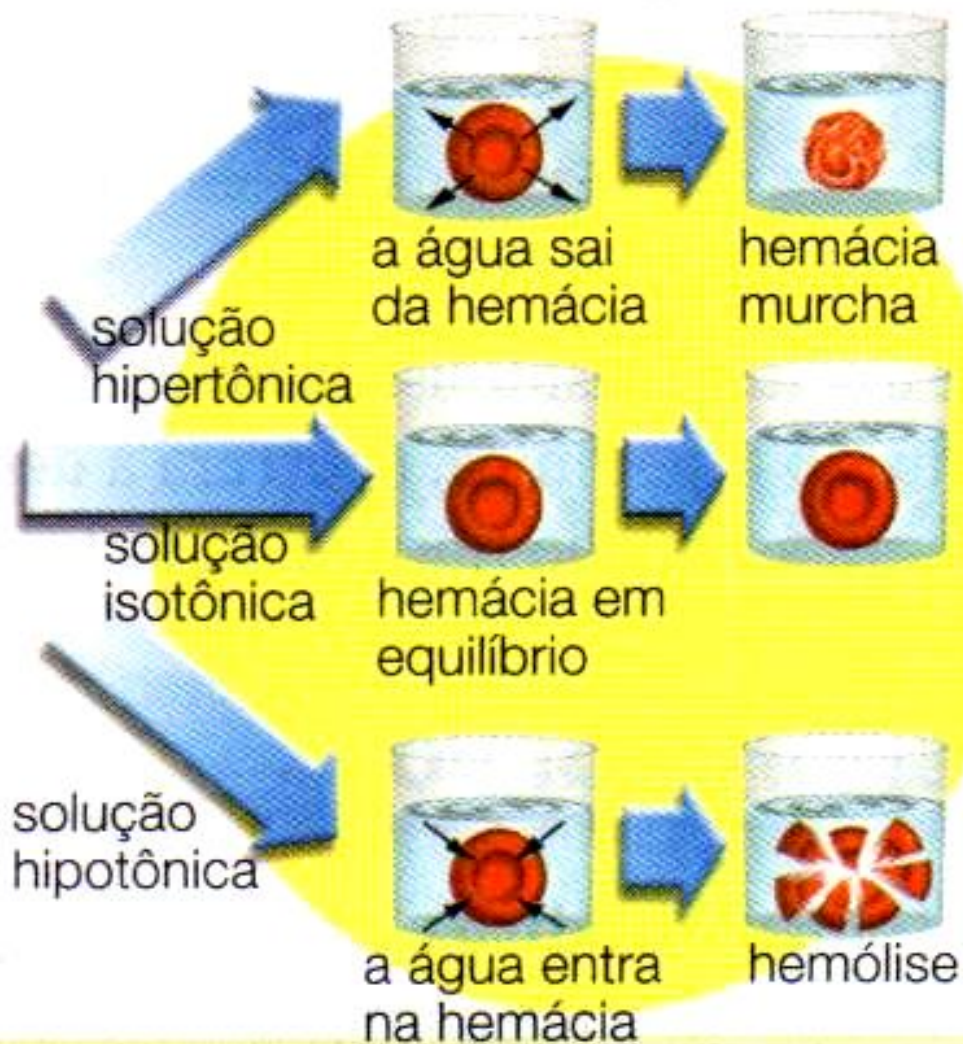
OSMOSE

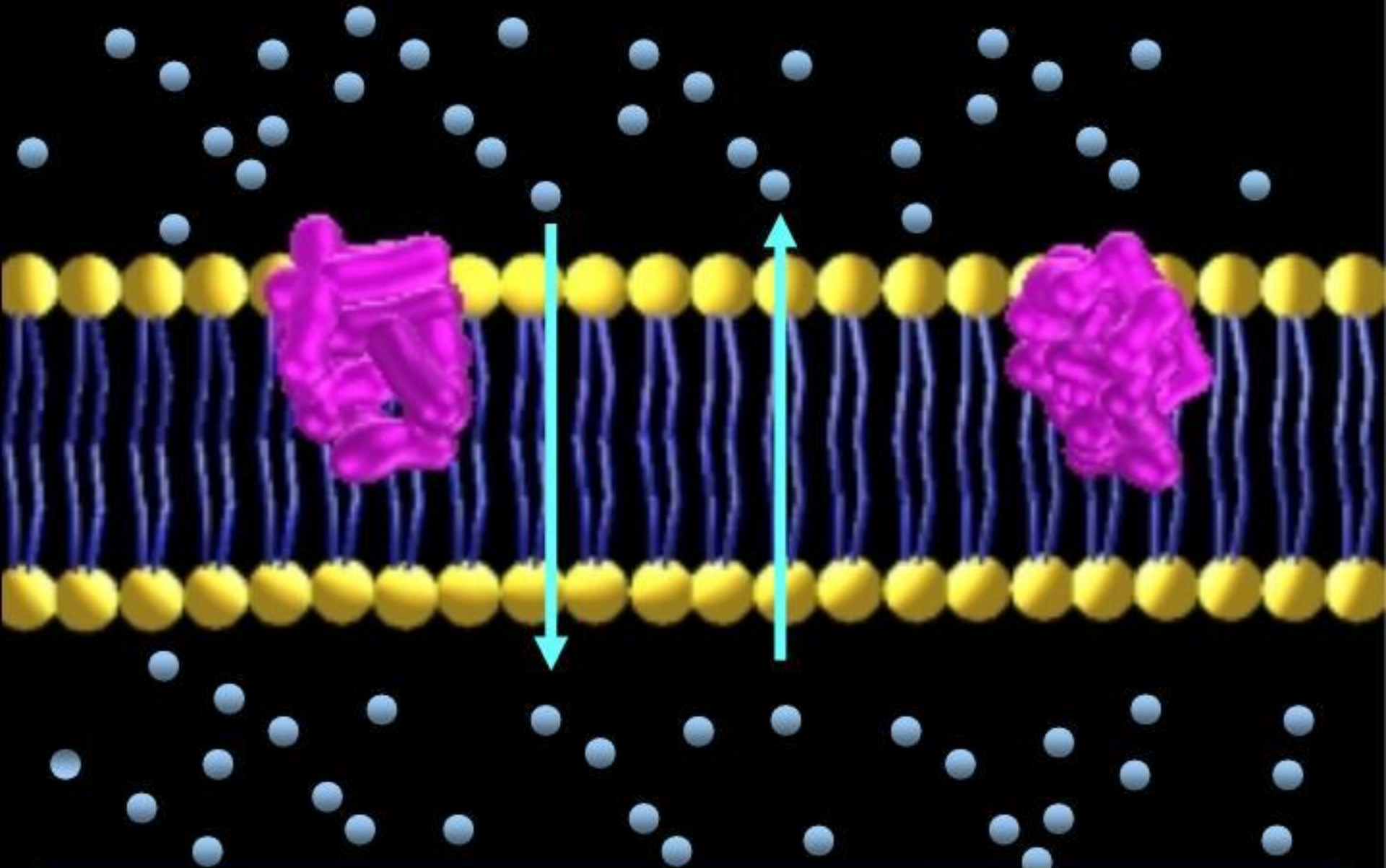
MEIO HIPOTÔNICO





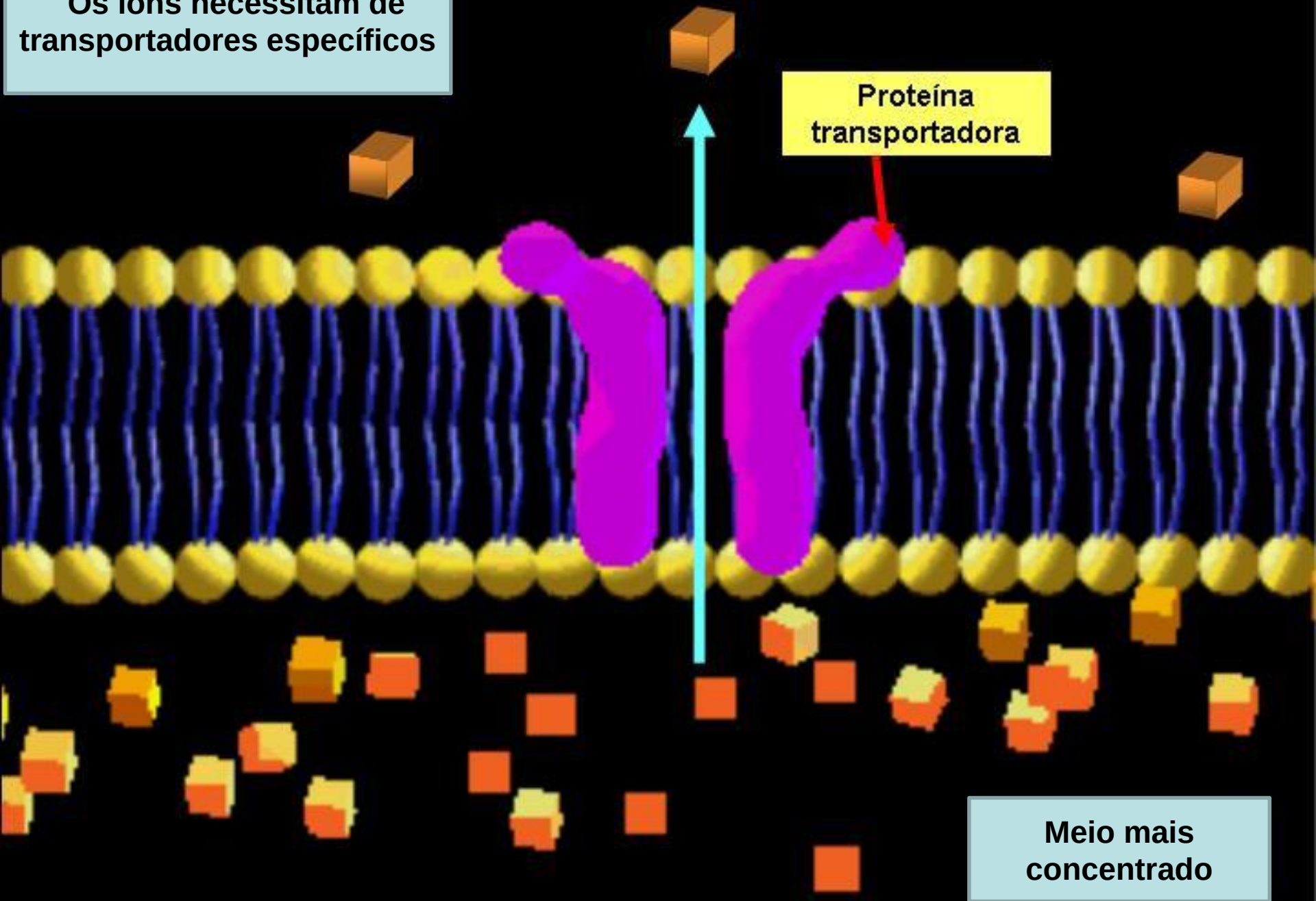
hemácia





As pequenas moléculas e os lipídios atravessam a membrana em ambos os sentidos sem gasto de energia, por transporte passivo simples (difusão)

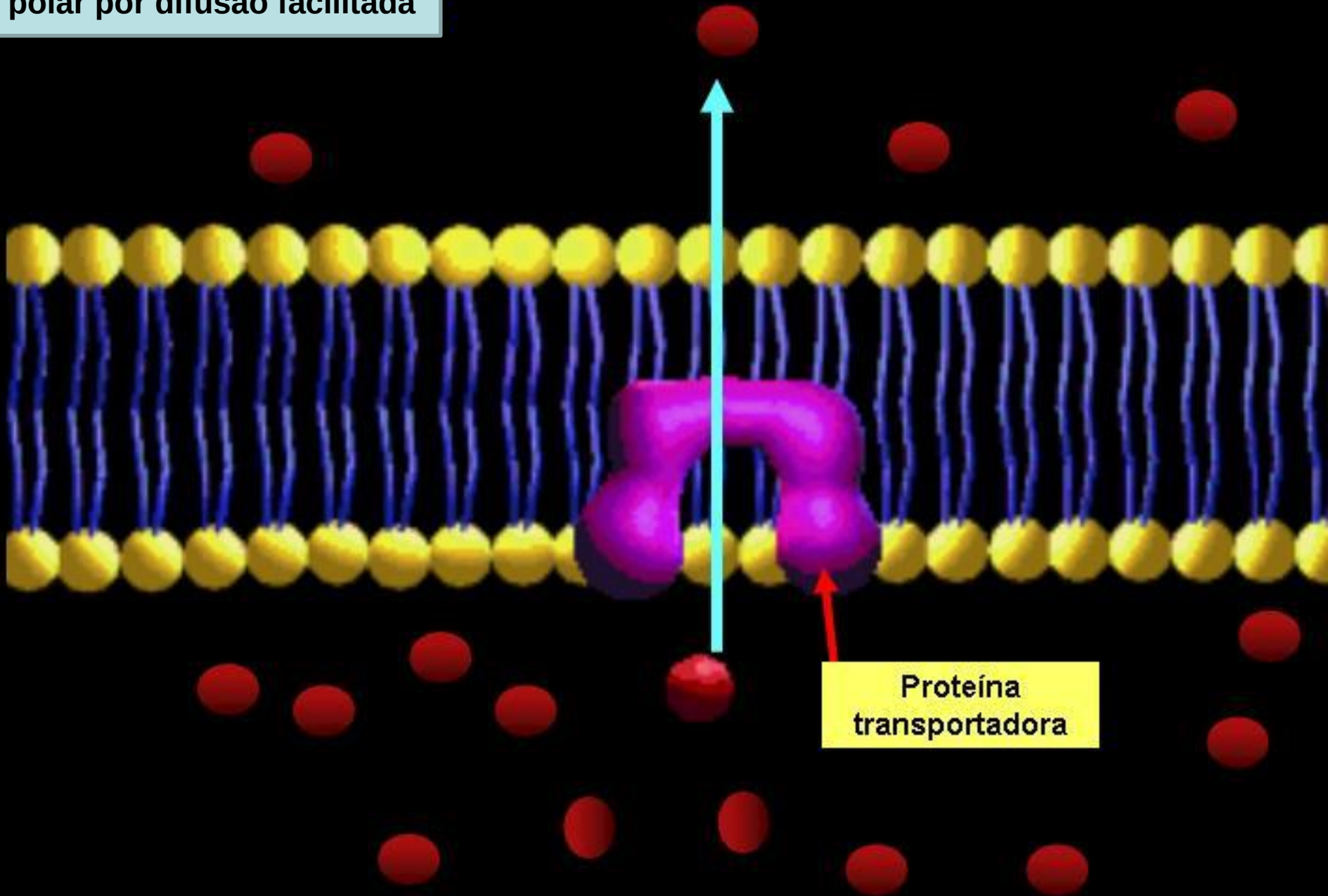
Os íons necessitam de transportadores específicos



Proteína transportadora

Meio mais concentrado

Passagem de uma molécula polar por difusão facilitada



Proteína transportadora

TRANSPORTE ATIVO

Há hidrólise de ATP para produção de energia.

- Emprego de translocadores:

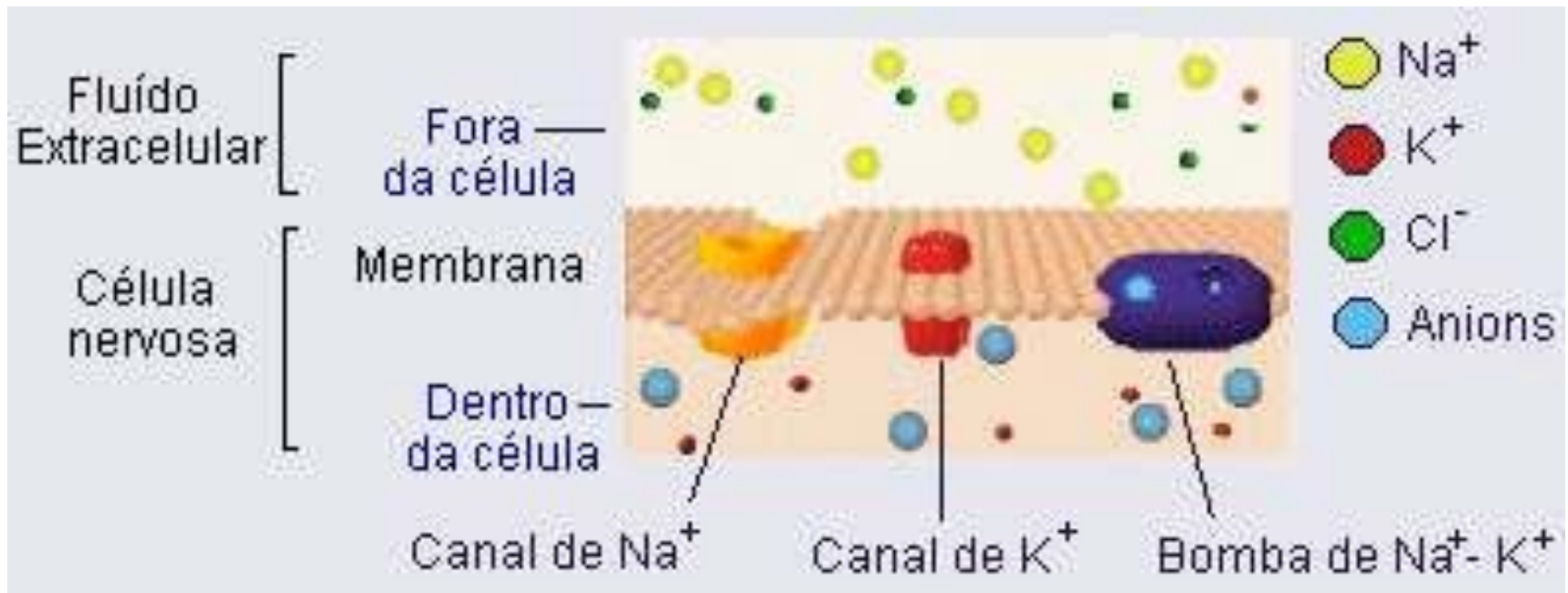
Mediada por translocadores: transportam moléculas polares, como AA, açúcares e vitaminas.

- Os ÍONS comandam o transporte.

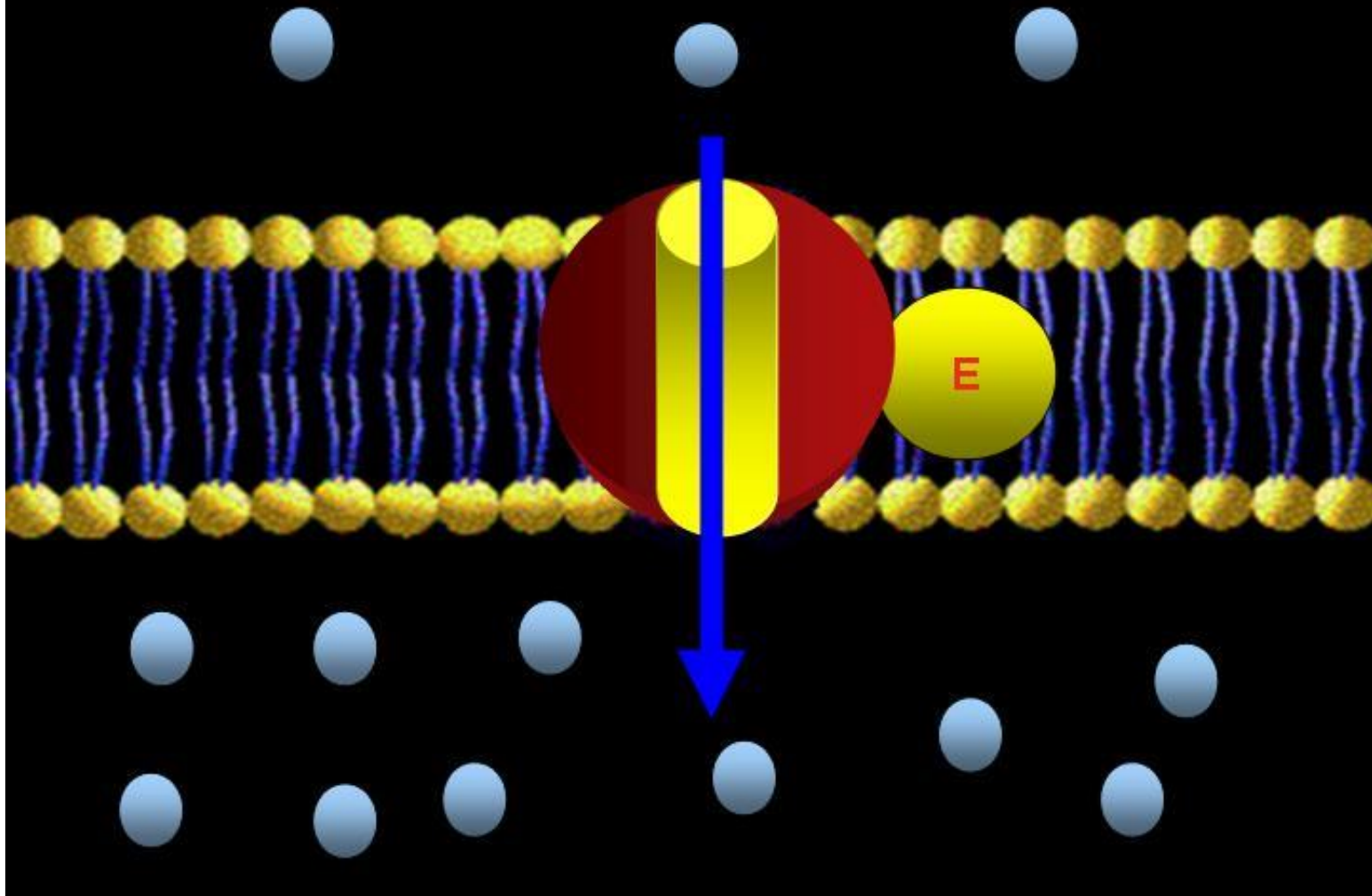
- Ex: o *Na* entra na célula por translocação, pois encontram-se mais concentrados do lado de fora. Ao mesmo tempo, a glicose entra na célula contra um gradiente de concentração (pois encontra-se mais concentrada no interior celular), aproveitando a entrada do *Na*.

- Na célula, a bomba de *Na* aproveita-se da energia de uma hidrólise de ATP e faz com que, a cada 3 *Na*'s que saem, entrem 2 *K*'s, para que o interior da célula seja levemente negativo em relação ao exterior.

- **BOMBAS IÔNICAS:** Mecanismos que transportam íons:
 - Na e K *ATPase*: mantém o potencial negativo no interior celular.
 - de H : mantém o pH em mitocôndrias e lisossomos.
 - de Ca *ATPase*: membranas do retículo sarcoplasmático e eritrócitos.
 - de H e K *ATPase*: membranas parietais do estômago



Transporte ativo – com gasto de energia



TRANSPORTE ATIVO EM QUANTIDADE

O transporte em quantidade para dentro da célula, também chamado **endocitose**, é feito por dois processos denominados **fagocitose** e **pinocitose**. Quando a transferência de macromoléculas tem lugar em sentido inverso, isto é, do citoplasma para o meio extracelular, o processo recebe o nome genérico de **exocitose**.

Endocitose – entrada de substâncias na célula

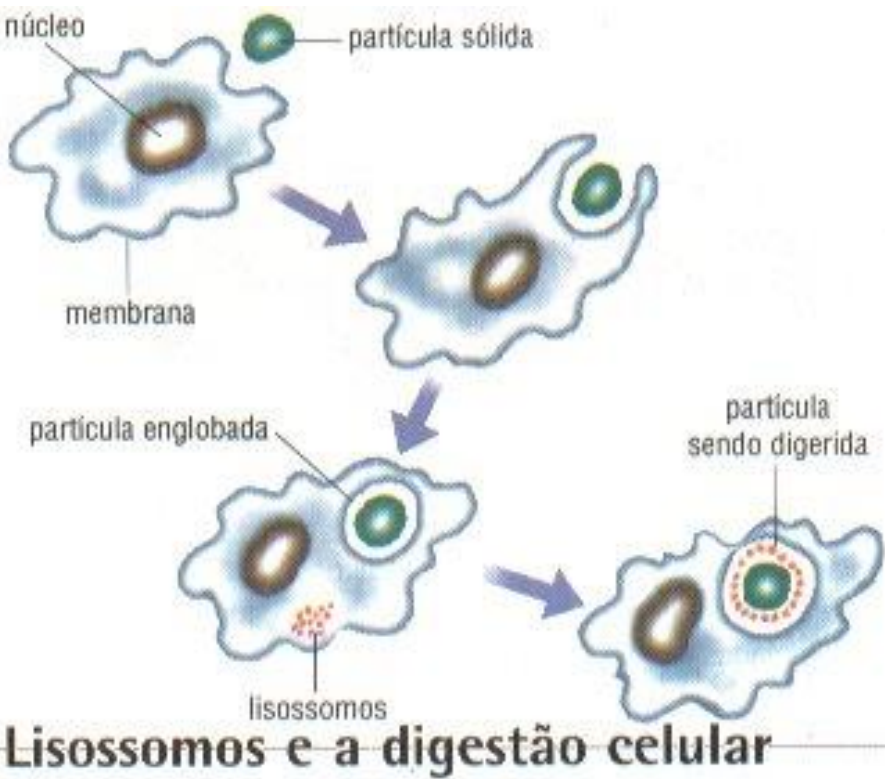
Fagocitose

Pinocitose

Exocitose – saída de substâncias da célula

Secreção

Excreção



Lisossomos e a digestão celular

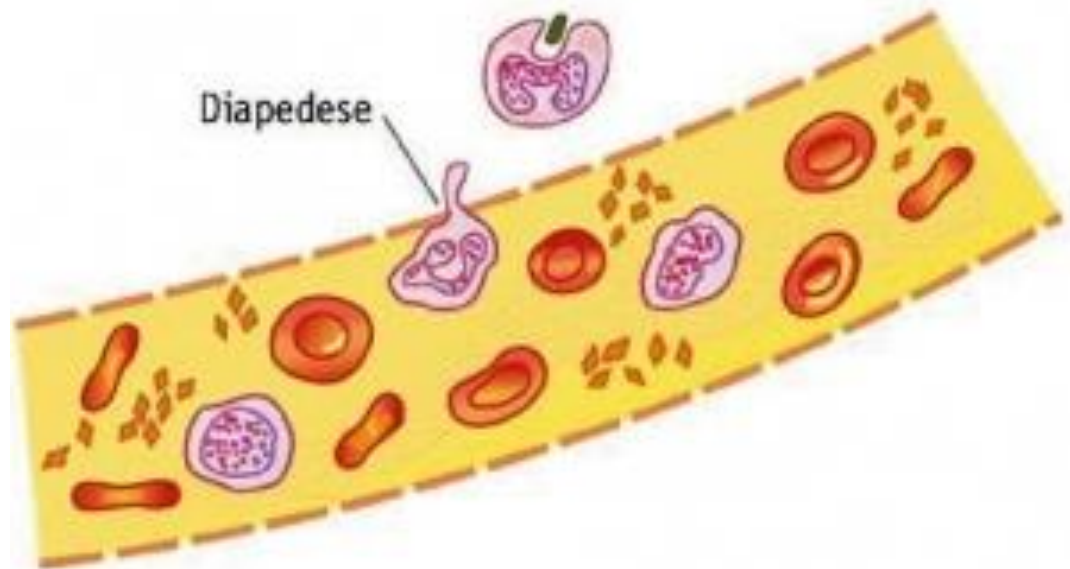
Fagocitose para defesa



Fagocitose



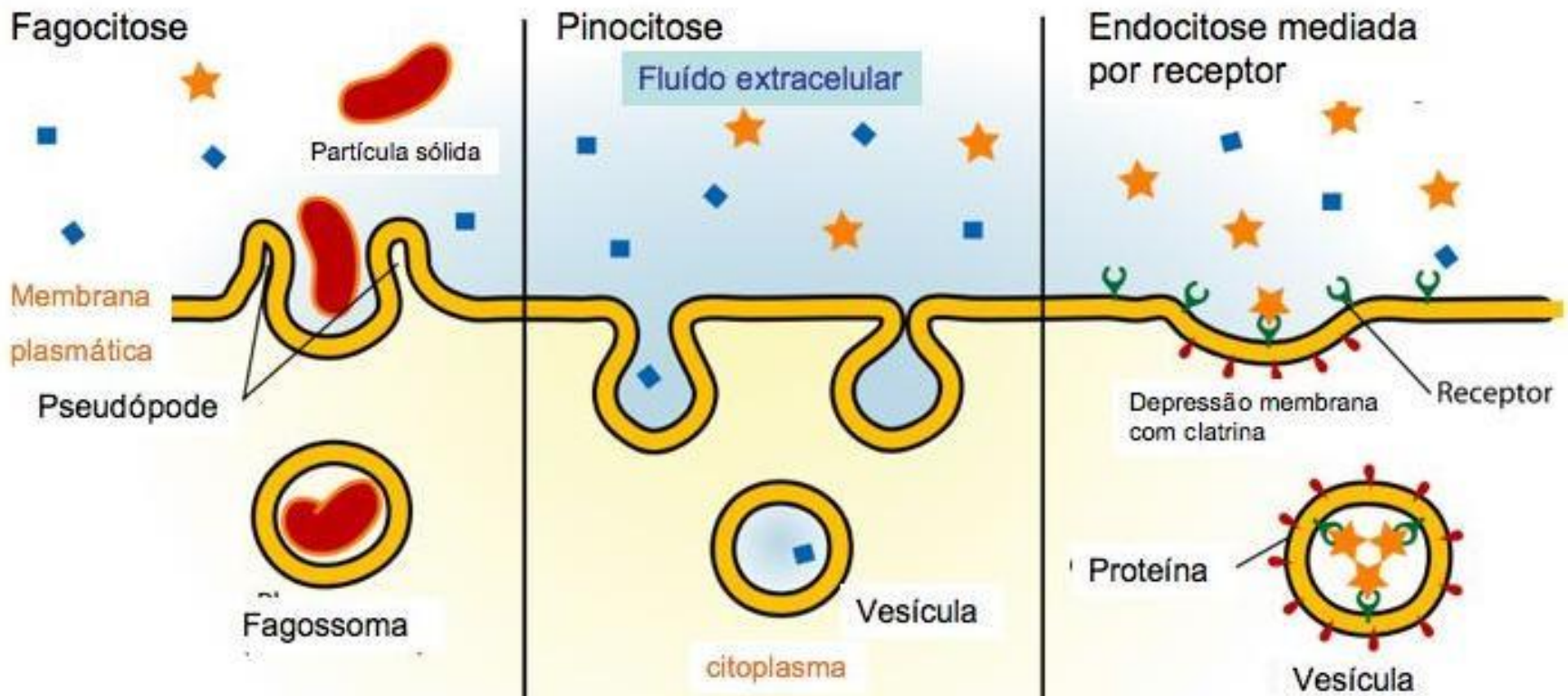
Diapedese



PUC
RIO

FUNDAMENTOS DA NEUROCIÊNCIA

Endocitose



BIOELETROGÊNESE

- É a capacidade que algumas células vivas possuem de gerar sinais elétricos.
- Células excitáveis como **NEURÔNIOS** e **MUSCULOS**.
- Permite a interação do sistema nervoso com os **ESTIMULOS** vindos do ambiente externo. Esses estímulos são captados pelos órgãos dos sentidos e são interpretados pelo cérebro como um meio de **PERCEBER** o ambiente a nossa volta.
- A forma que a natureza encontrou para transmitir as informações vindos do meio externo até o cérebro, foi por meio de impulsos nervosos. Impulsos que percorrem os neurônios através de sinais elétricos.



A BIOELETROGÊNESE SE DIVIDE EM DUAS ETAPAS:

- **POTENCIAL DE AÇÃO (P.A):**

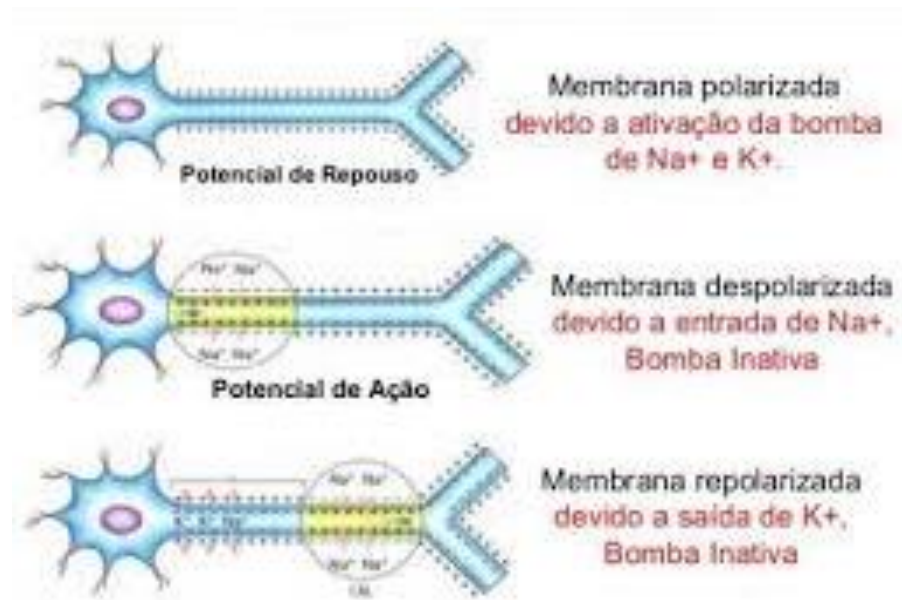
Consiste na diferença de cargas iônicas de Na^+ K^+ no meio externo e interno da membrana plasmática. Essa modificação na polaridade da membrana gera uma carga elétrica que percorre todo o neurônio.

- **SINAPSE:**

Devido os neurônios serem milimetricamente separados através de uma fenda, há a necessidade de agentes químicos (neurotransmissores) para que o impulso possa seguir a diante ou parar.

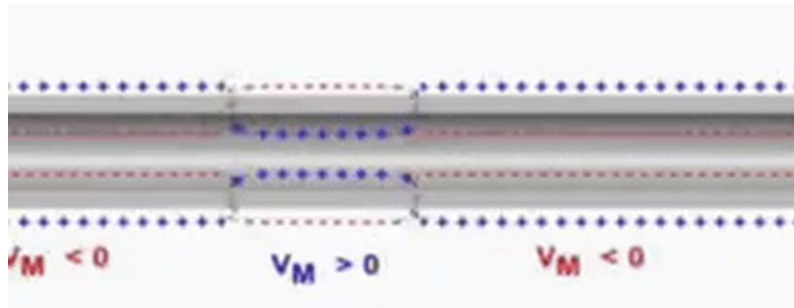
POTENCIAL DE AÇÃO

Em células excitáveis, que apresentam respostas as sinalizações, os sinais são transmitidos por potenciais de ação, mudanças no potencial da membrana que se propagam rapidamente ao longo da membrana.



POTENCIAL DE AÇÃO

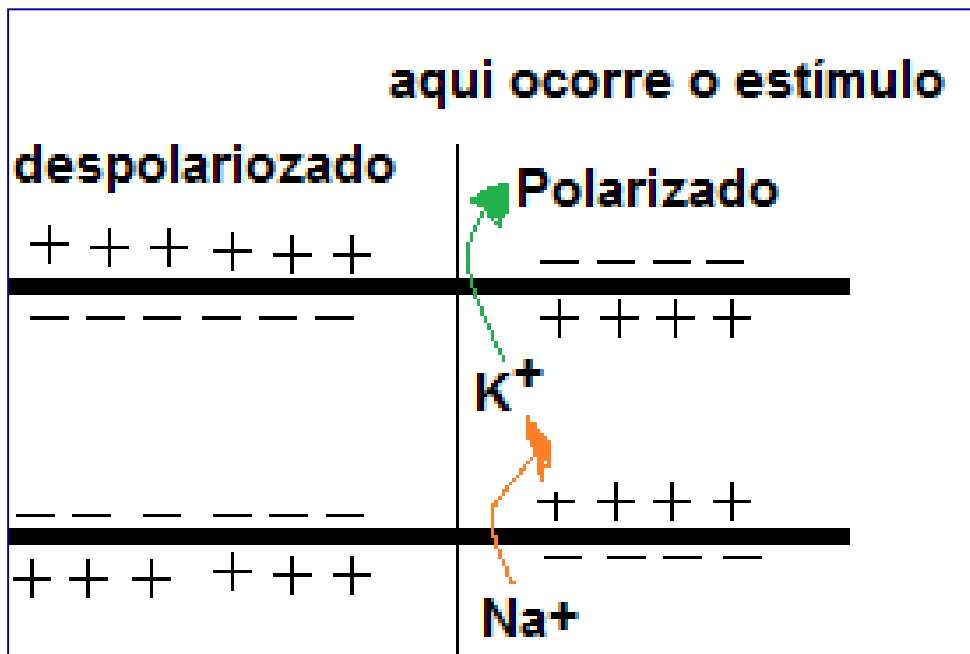
O potencial de ação começa com uma alteração súbita no potencial de repouso da membrana, que apresenta característica negativa internamente e é alterado para positivo, em seguida, outra mudança ocorre e quase igualmente rápida e o potencial interno volta a ser negativo, porém muito mais negativo que deveria ser e a célula realiza um trabalho para reestabelecer a potencial de repouso.



POLARIZAÇÃO DA CÉLULA

Para que um potencial de ação possa ocorrer a membrana deve estar polarizada, ou seja, potencial de repouso estabelecido com valor de aproximadamente -70 mV.

Essa condição tem que ser reestabelecida após a geração de um potencial de ação, sem o retorno ao potencial de repouso um novo potencial de ação não pode ser gerado.

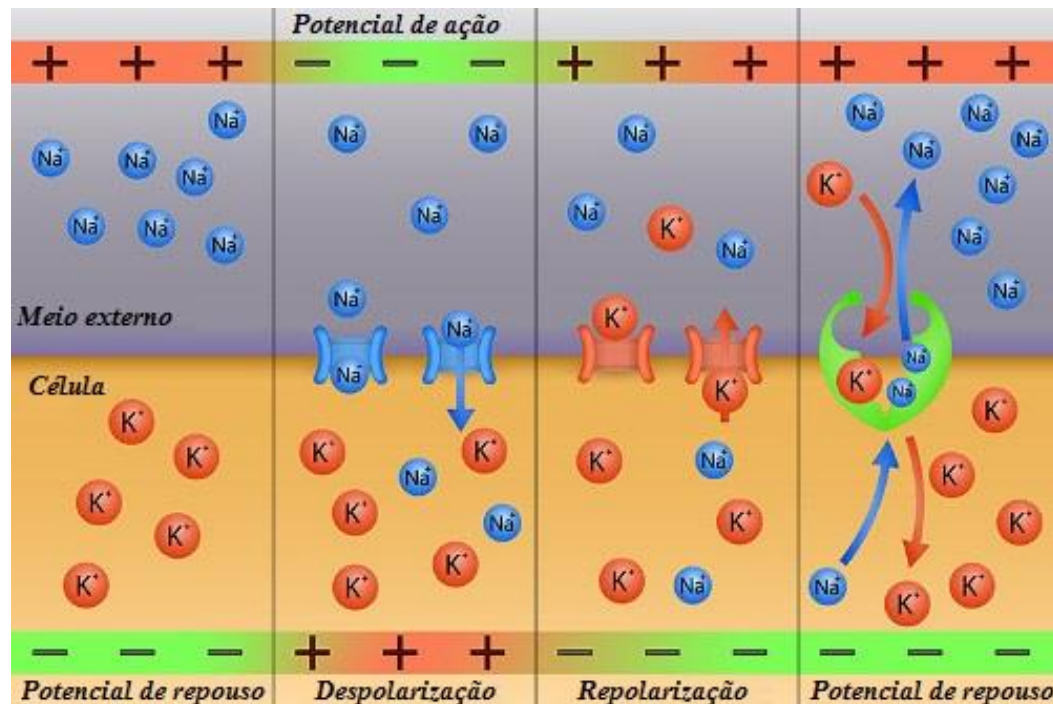


DESPOLARIZAÇÃO

Após receber um estímulo excitatório a membrana se torna permeável a íons de sódio, permitindo que íons de sódio positivamente carregados se difundam para o interior da célula.

A polarização de -70 mV é imediatamente neutralizada pelo influxo de íons de Na^+ o potencial da membrana de aumentar rapidamente na direção positiva.

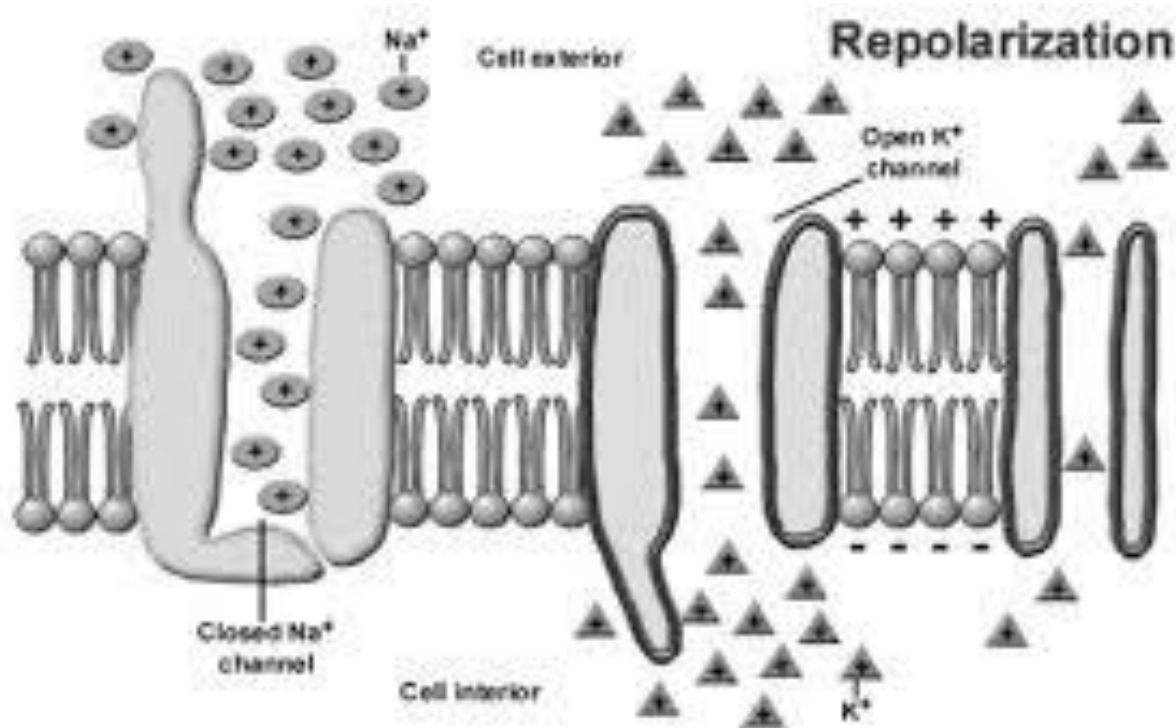
Esta mudança súbita no potencial da membrana é chamada de despolarização.



REPOLARIZAÇÃO

Assim que os canais de íons Na^+ começam a fechar os canais de potássio começam a abrir, provocando uma rápida difusão de íons de potássio a favor do gradiente de concentração para o exterior da célula, restabelecendo o potencial elétrico negativo da membrana.

Essa retomada do potencial elétrico negativo pela membrana é chamada de repolarização da membrana.

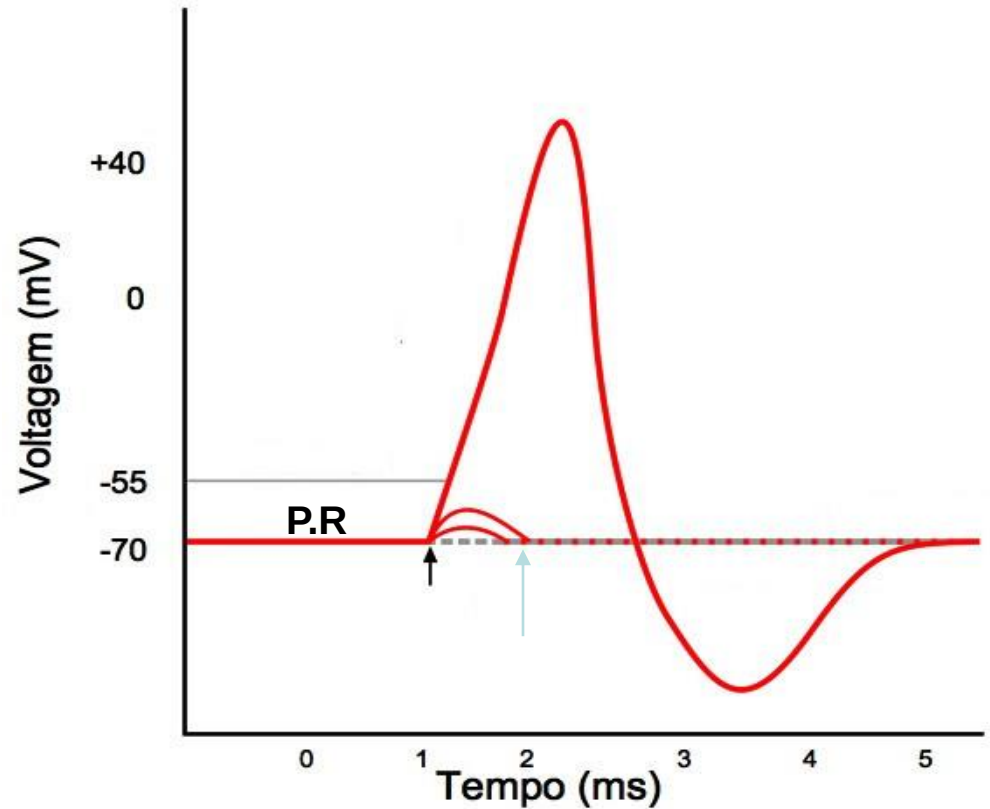


COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO

- Inicialmente a membrana celular encontra-se em seu **estado basal**.

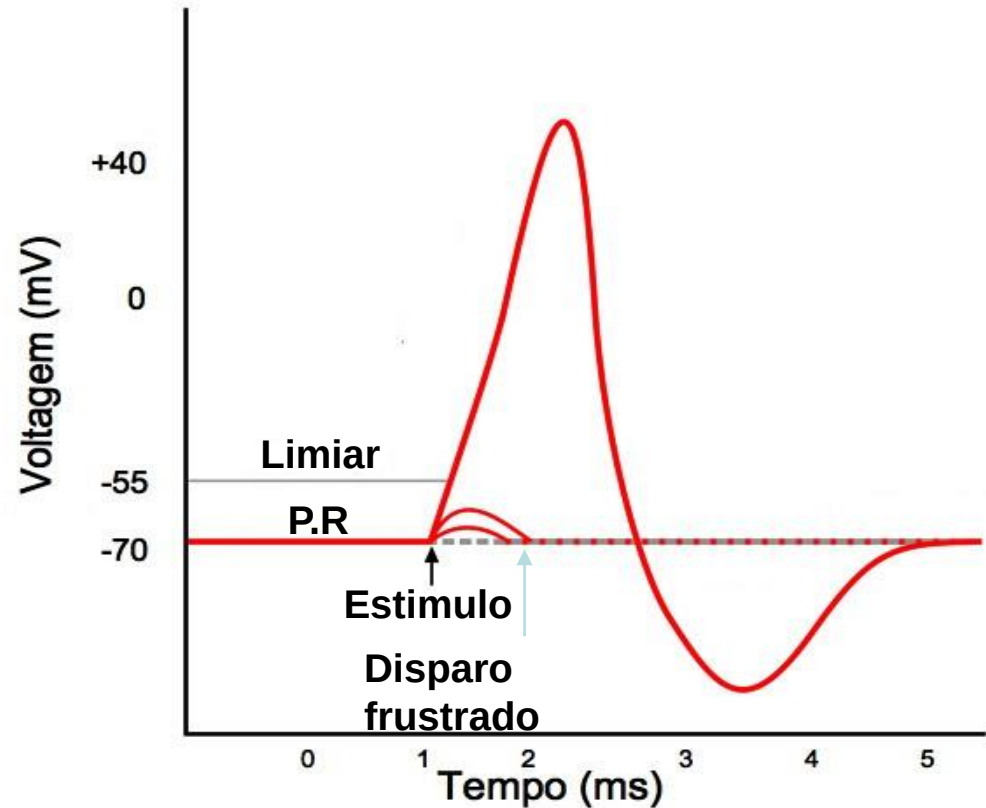
Neste estado o meio intracelular encontra-se carregado **negativamente** (K^+ dentro), enquanto o meio extracelular está carregado **positivamente** (Na^+ fora).

- Este estado da membrana é conhecido como **Potencial de Repouso** ou **P.R**, onde a membrana encontra-se **Polarizada**.



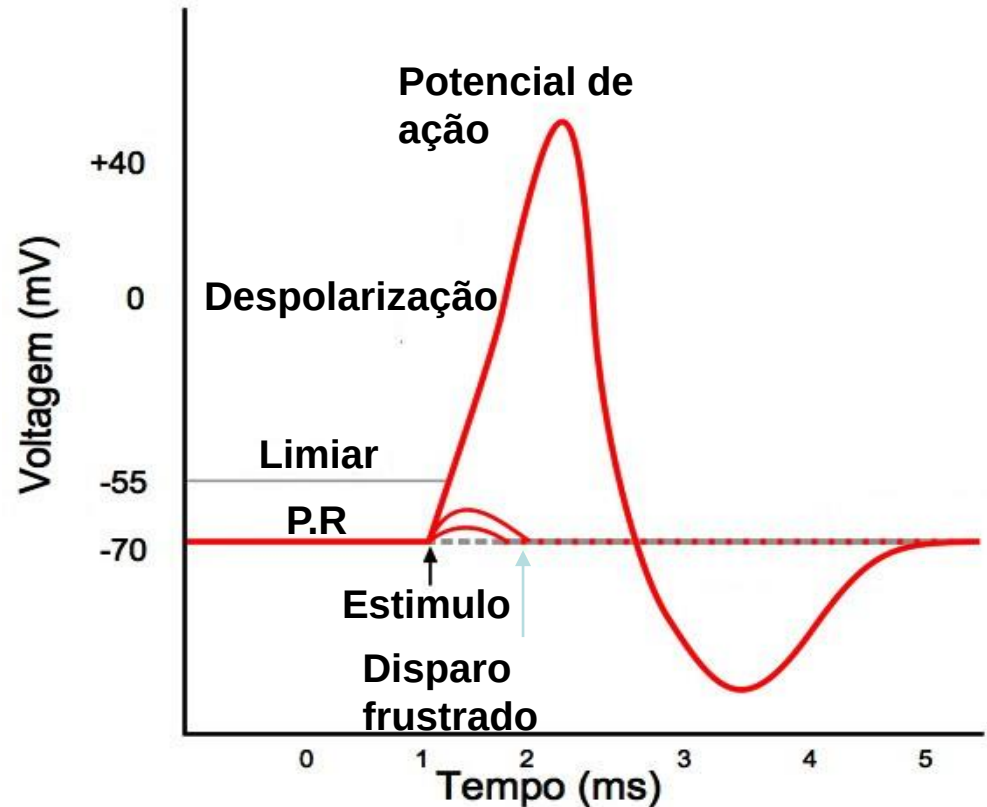
COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO

- Ocorre um **estímulo**.
- Se este estímulo for muito fraco, será um **disparo frustrado**.
- Se for forte o suficiente, alcançará o **Limiar**.



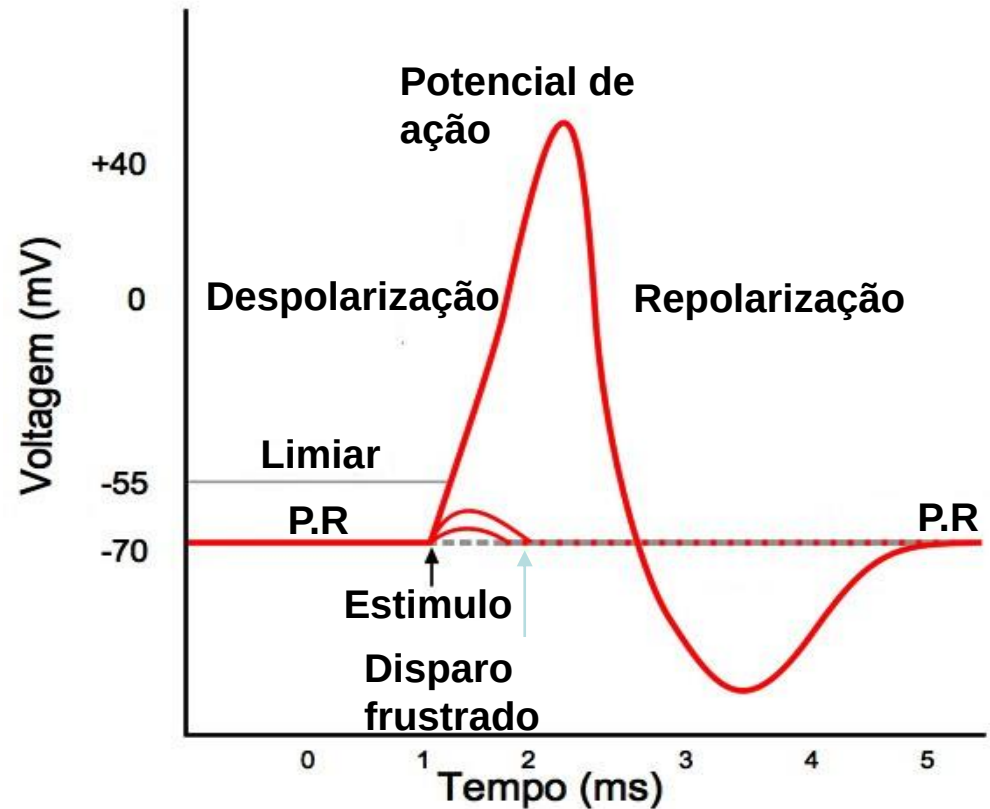
COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO

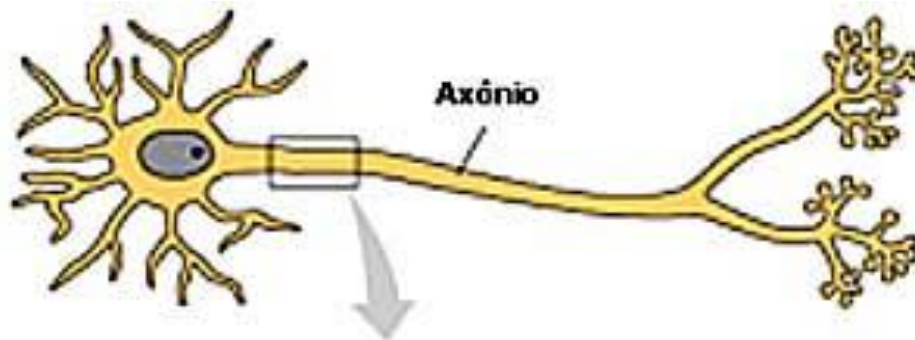
- No limiar abrem-se os canais para a entrada de Na^+ (sódio), mas ao mesmo tempo que o sódio entra por difusão, há a saída de K^+ (potássio).
- O limiar causa a **despolarização** da membrana que ocorre ao longo de todo o axônio. Este processo é denominado **onda de despolarização**.
- O **Potencial de ação (P.A)** ocorre quando o limiar de excitabilidade alcança um nível crítico de despolarização.



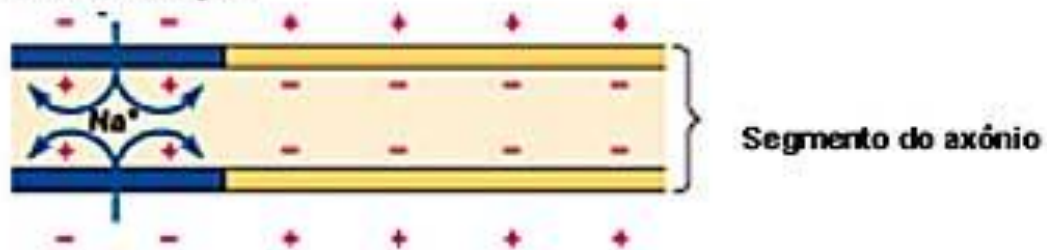
COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO

- Imediatamente após a despolarização, a bomba de **Na⁺K⁺ATPase** atua jogando os íons Na⁺ para o exterior da célula, isso torna o interior da membrana temporariamente mais negativa do que o normal.
- Esta negatividade temporária atrai os íons de K⁺ que entram por transporte passivo, causando a **repolarização** da membrana.
- Assim a bomba de sódio/potássio ATPase traz as diferenças iônicas de volta ao **potencial de repouso**.

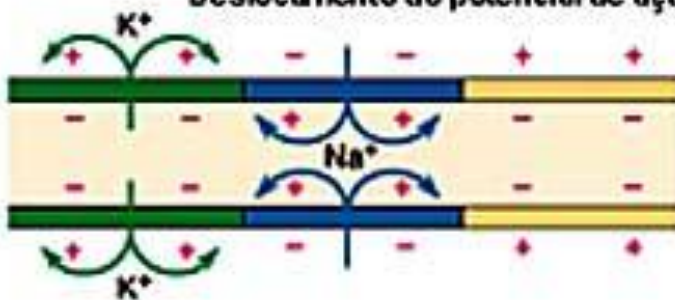




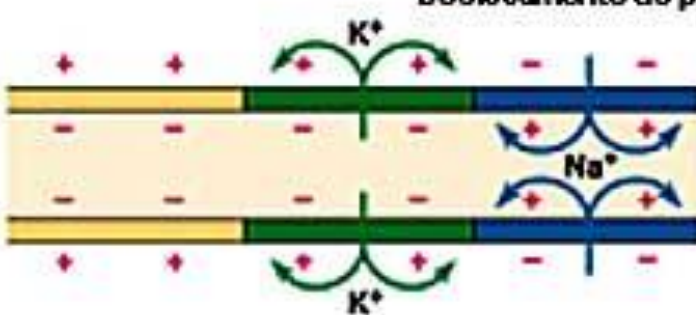
Potencial de ação

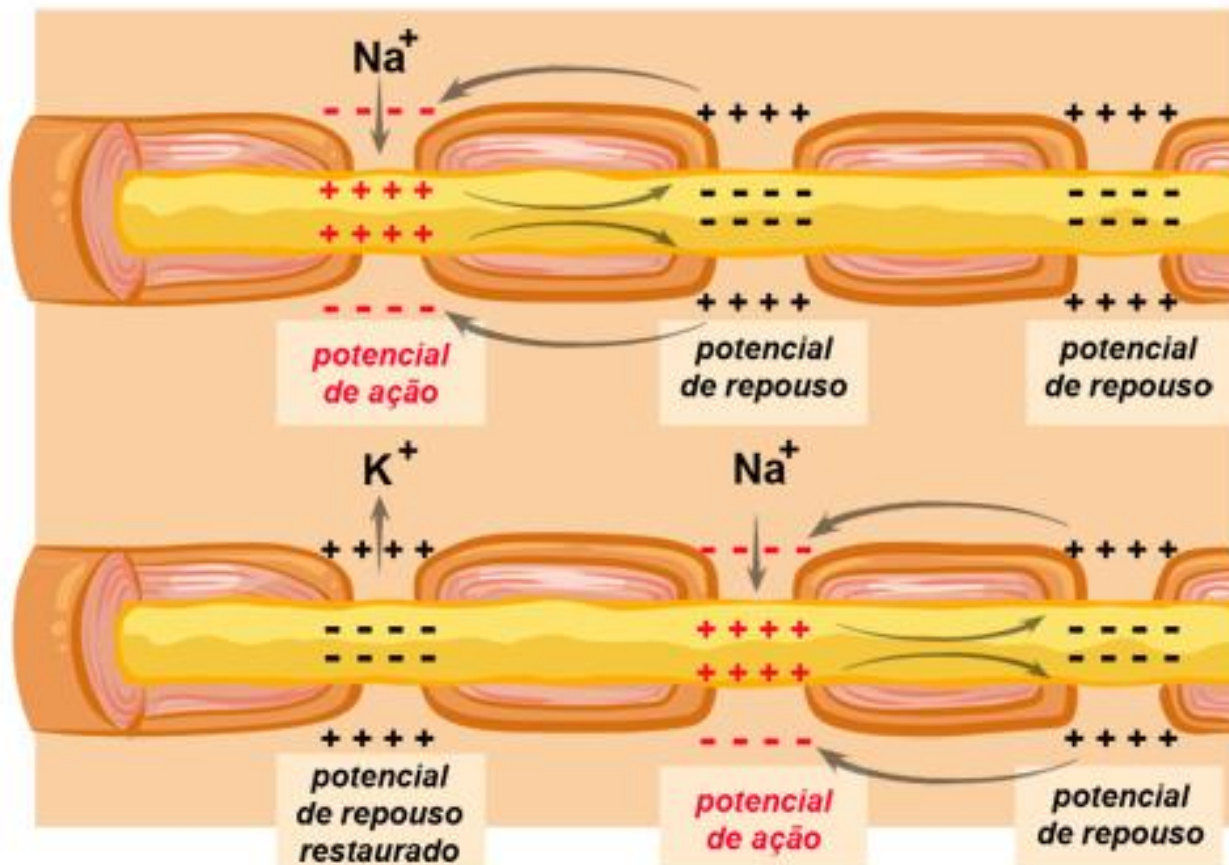
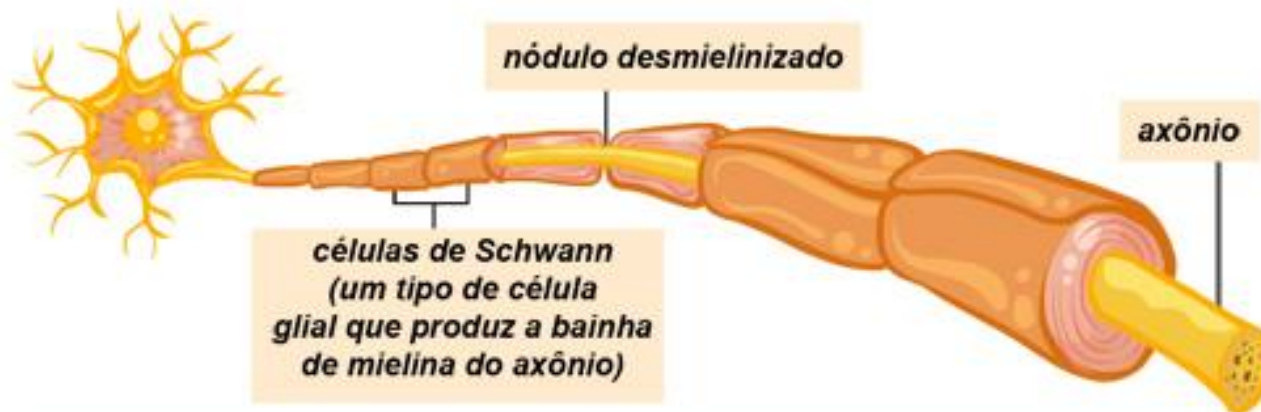


Deslocamento do potencial de ação



Deslocamento do potencial de ação

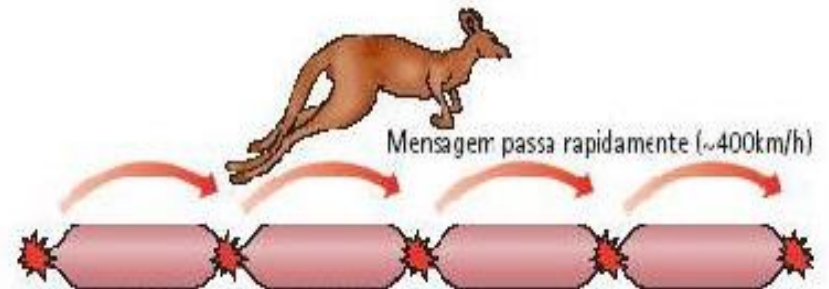
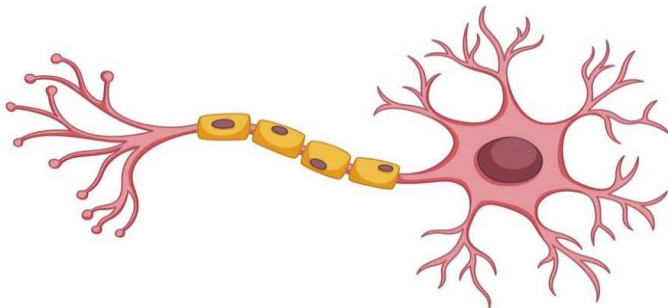




Impulso nervoso nas diferentes fibras

FIBRA MIELINICA:

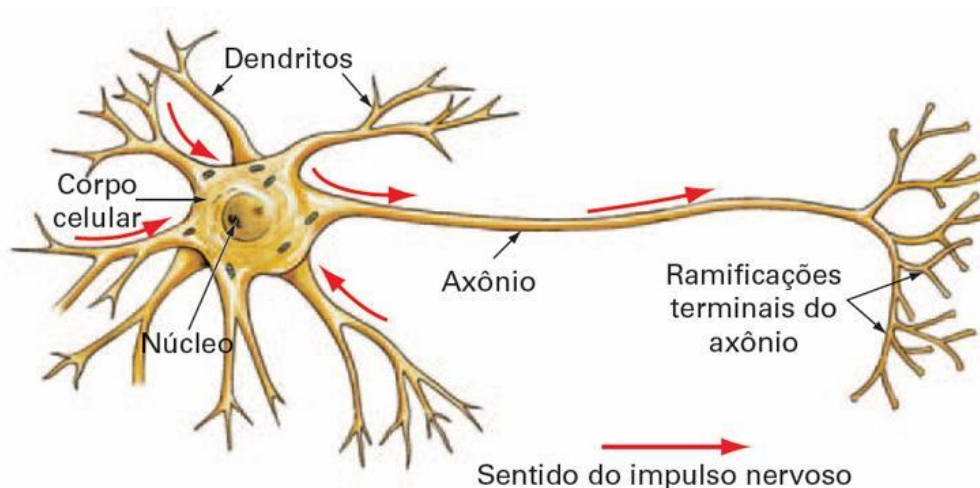
- Propagação do impulso se faz nas regiões onde não há bainha de mielina.
- O impulso salta entre os **Nódulos de Ranvier** (condução saltatória), o que acelera ainda mais a velocidade de condução.
- Este tipo de fibra é comum nos axônios que se ligam aos membros superiores e inferiores vindos da medula. Assim não há atrasos do córtex motor até efetuar o movimento de um músculo.



Impulso nervoso nas diferentes fibras

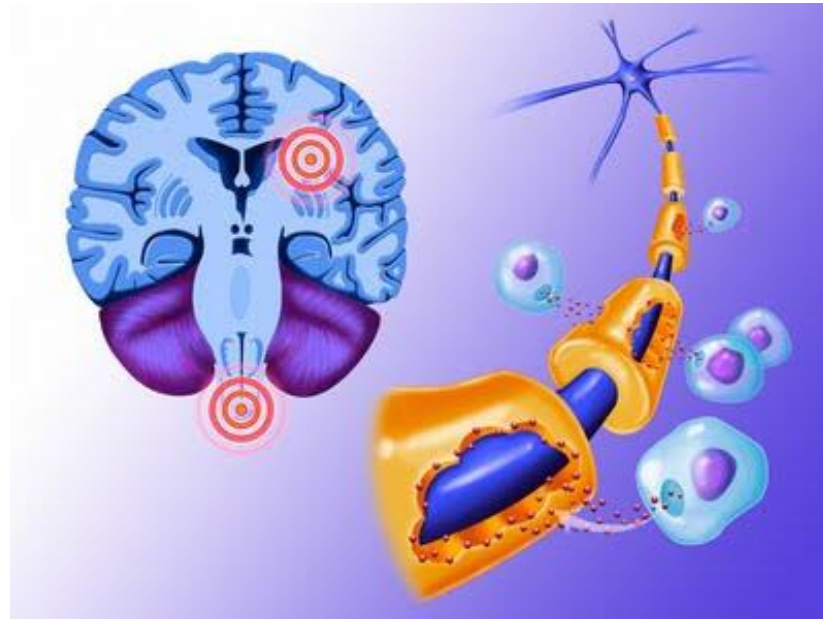
FIBRA AMIELINICA:

- Propagação do impulso se faz ao longo de toda a fibra.
- Velocidade do estímulo bastante inferior.
- Isso explica o fenômeno ao se tocar uma superfície quente, mas só sentir a dor da queimadura um ou dois segundos depois.



DOENÇAS DESMIELINIZANTES

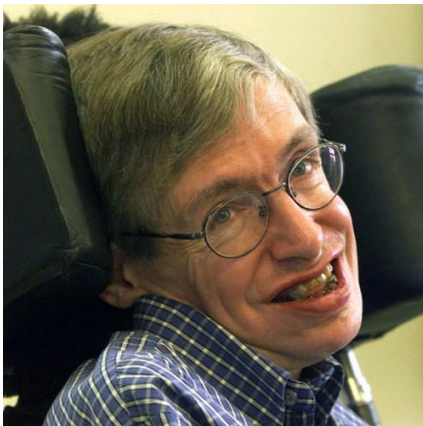
- São doenças que destroem a bainha de mielina dos neurônios, prejudicando a condução dos sinais nos nervos afetados.
- Dependendo do tipo, podem apresentar prejuízo na sensação, coordenação motora e funções cognitivas.



ALGUMAS DOENÇAS DESMIELINIZANTES

- **Esclerose Múltipla**

Causa destruição da mielina e formação de escleras que prejudicam a transmissão do impulso nervoso. O caso mais notório da doença é o do físico Stephen Hawking, portador de esclerose lateral amiotrófica. O caso foi dramatizado no filme: “A Teoria de Tudo” (2014).



- **Adrenoleucodistrofia**

Doença de origem genética rara. Um dos casos mais famosos foi o de Lorenzo Odone relatado no filme: “O Óleo de Lorenzo” (1992).



BIBLIOGRAFIA DE APOIO

- **Aulas:** <http://bio-neuro-psicologia.usuarios.rdc.puc-rio.br/bioeletrogenese.html>
- **Anatomia e fisiologia microscópica do sistema nervoso** *Cap 2. Neurologia básica para profissionais da área de saúde.* Ed. Atheneu. 2015.
- **Cem bilhões de neurônios.** 2ª edição, 2010. Atheneu.
- **Neuroanatomia funcional.** Angelo Machado. Artmed, 3ª edição, 2014.
- **Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso -** Artmed, 4ª Edição. 2017
- **Princípios de Neurociências.** Atmed, 5ª edição, 2014

VAMOS ESTUDAR!

