



# **UNIDADE II**

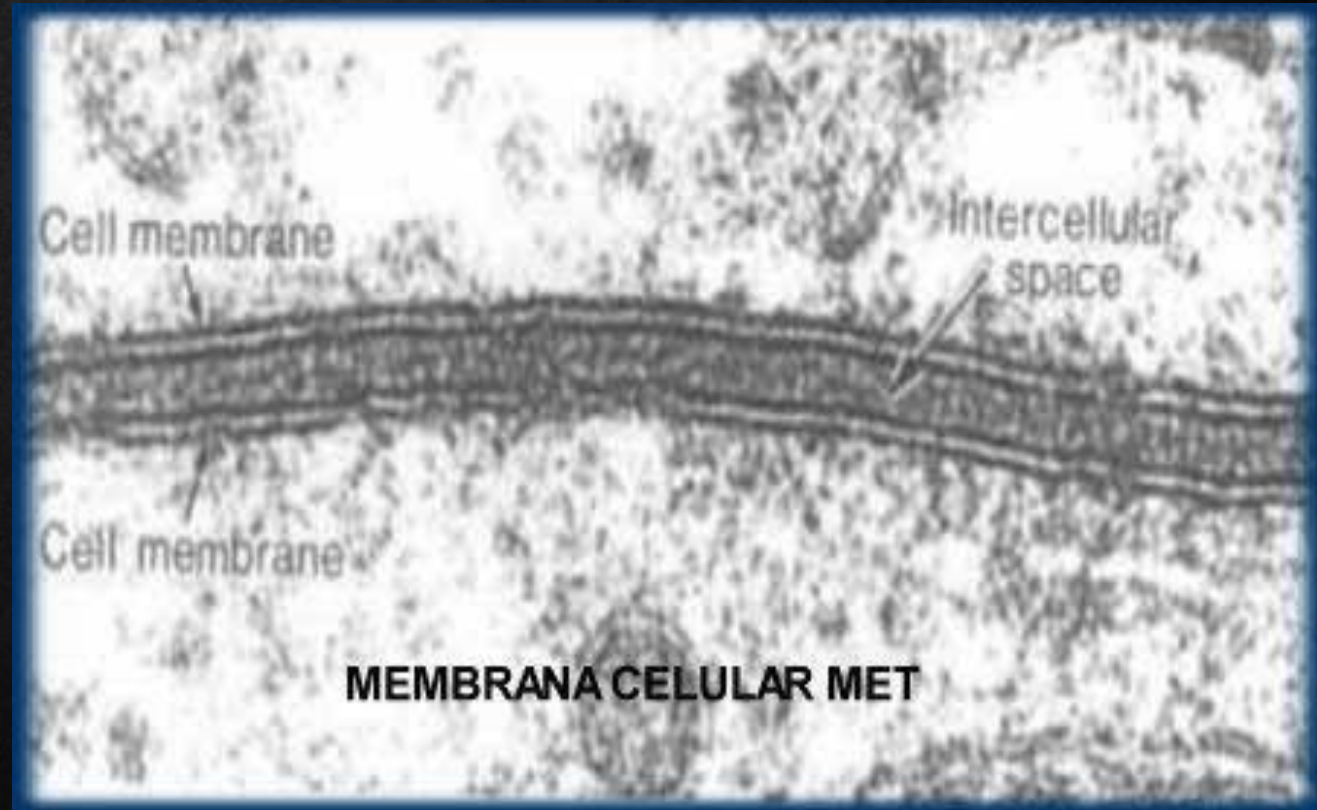
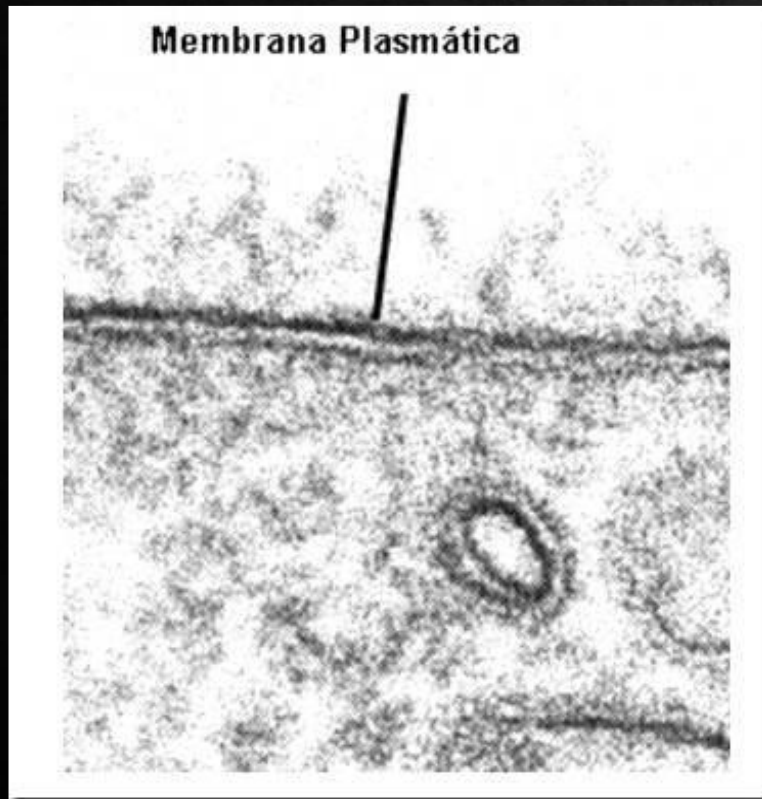
# **BIOELETROGENESE – PARTE 1**

**MEMBRANA PLASMÁTICA E  
CONDUÇÃO ELÉTRICA ATRAVÉS DO NEURÔNIO.**

**Prof<sup>a</sup>: Norma S. M. Franco**

**Colaborador: André R. Mendonça**

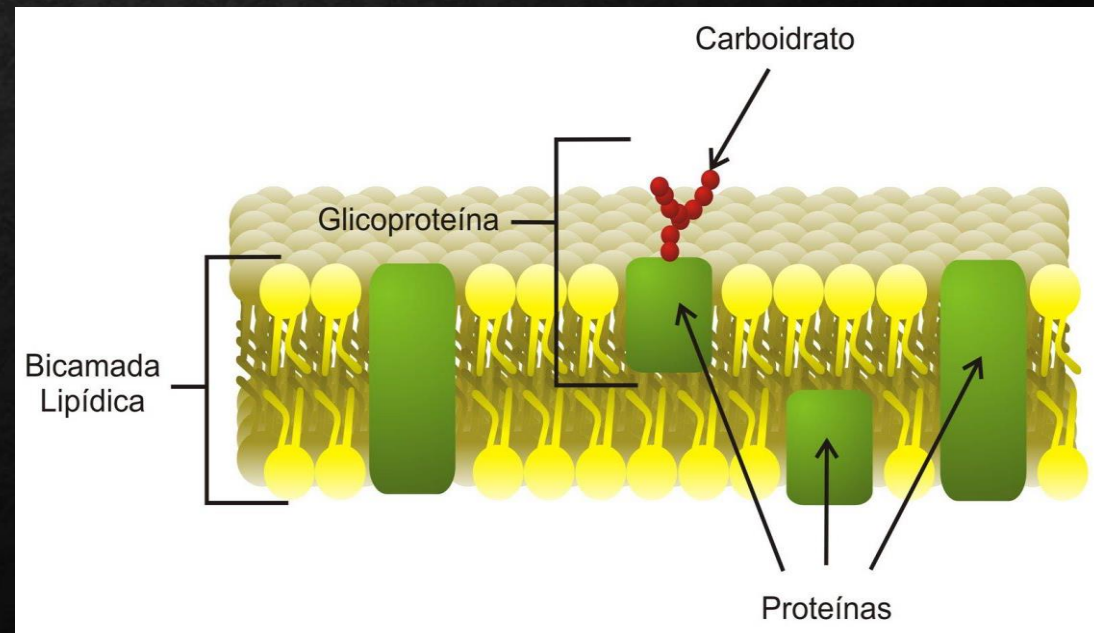
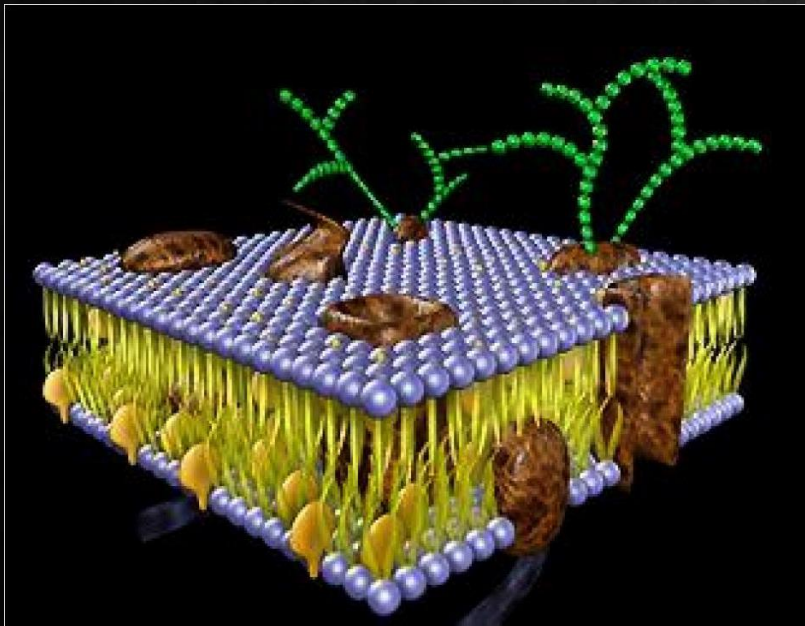
- Um impulso nervoso pode ser imaginado como um minúsculo sinal elétrico que percorre um neurônio em um nível mais elementar, consiste em partículas químicas que se movimentam pela membrana da célula de um lado para o outro.
- Essa condução se faz através da **membrana plasmática**.



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.



# FUNÇÕES DA MEMBRANA PLASMÁTICA

- Importante estrutura para a vida da célula.
- Além de **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**. Tal propriedade da membrana é semelhante a uma catraca, a membrana “escolhe” o que entra ou sai da célula.

# PERMEABILIDADE SELETIVA DA MEMBRANA PLASMÁTICA

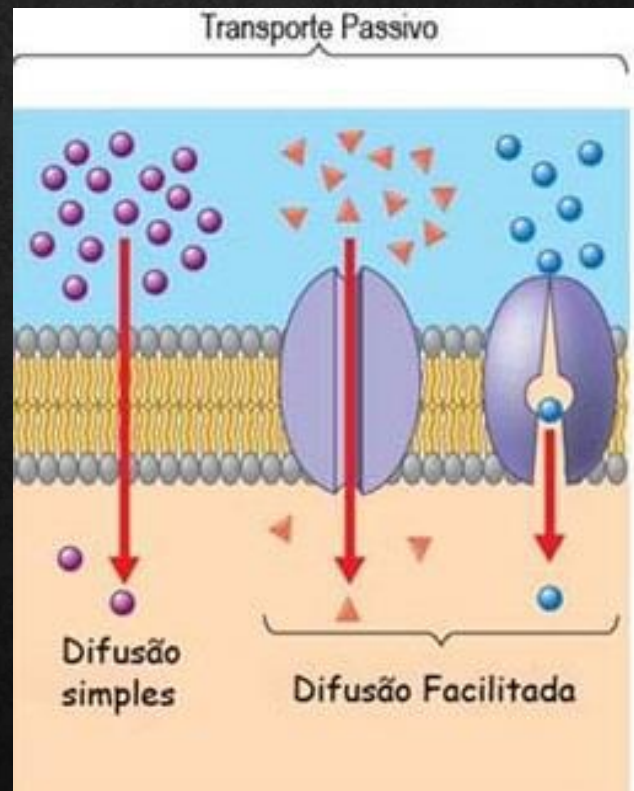
- A BICAMADA LIPÍDICA permite o transporte de moléculas do meio extracelular para o intracelular de duas formas.
- TRANSPORTE PASSIVO.
- TRANSPORTE ATIVO.
- O transporte das moléculas é auxiliado por CANAIS, CARREADORES E BOMBAS.
- O **GRADIENTE DE CONCENTRAÇÃO** refere-se à diferença de concentração (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**.

# TRANSPORTE PASSIVO

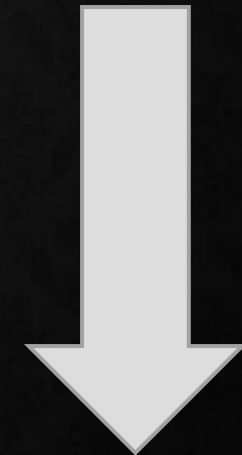
- Ocorre do **meio mais concentrado** para o **meio menos concentrado**.
- Sendo **A FAVOR** do gradiente de concentração, não há **gasto de energia**.

O transporte passivo se realiza de duas formas:

- **Difusão simples:** A substância passa pela membrana com facilidade e a favor do gradiente de concentração.
- **Difusão facilitada:** A substância passa pela membrana, também a favor do gradiente de concentração, mas com o auxílio de uma proteína carreadora.



Meio mais concentrado



Meio menos concentrado

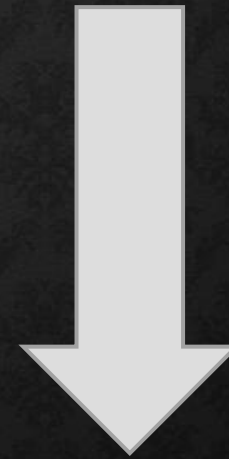
# TRANSPORTE ATIVO

- Ocorre do **meio menos concentrado** para o **meio mais concentrado**.
- Como as moléculas que buscam atravessar a membrana estão indo **CONTRA** o gradiente de concentração, **há gasto de energia**.

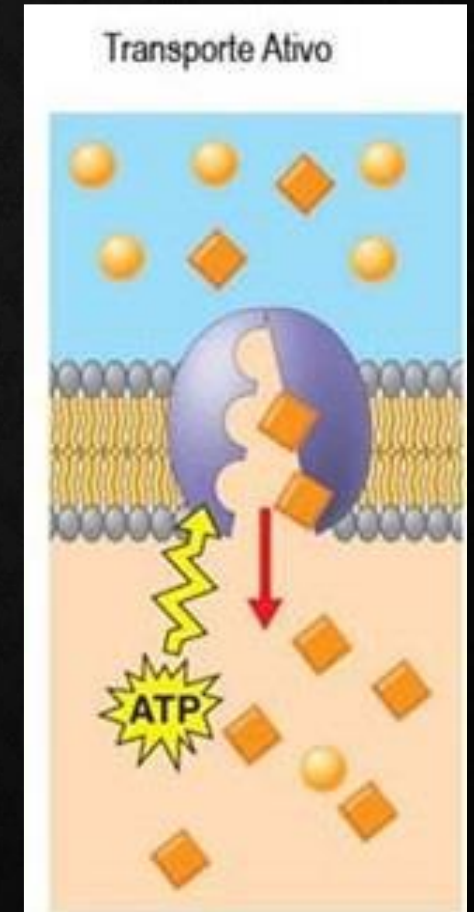
## Bomba Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup> ATPase (Sódio/Potássio)

- Atua como um meio de estabelecer o gradiente eletroquímico da célula através da membrana, devido o gasto de energia da célula ao bombear Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup> em sentido contrário á difusão.

Meio menos concentrado



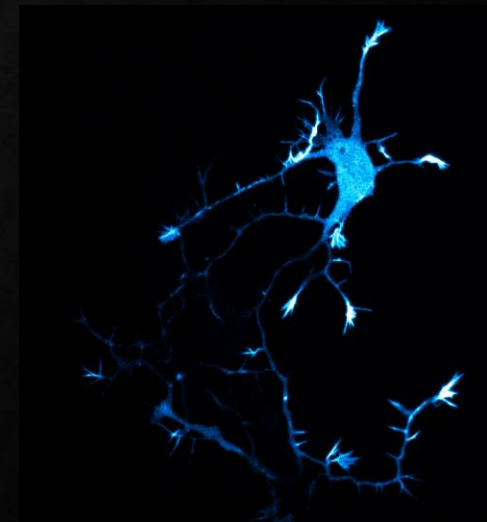
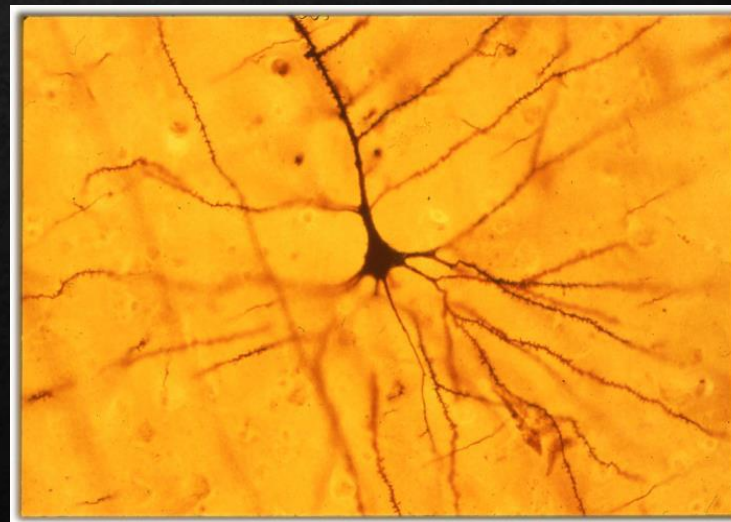
Meio mais concentrado



# BIOELETROGÊNESE

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

MAS COMO ISSO OCORRE?





# A BIOELETROGÊNESE SE DIVIDE EM DUAS ETAPAS:

- **POTENCIAL DE AÇÃO (P.A):**

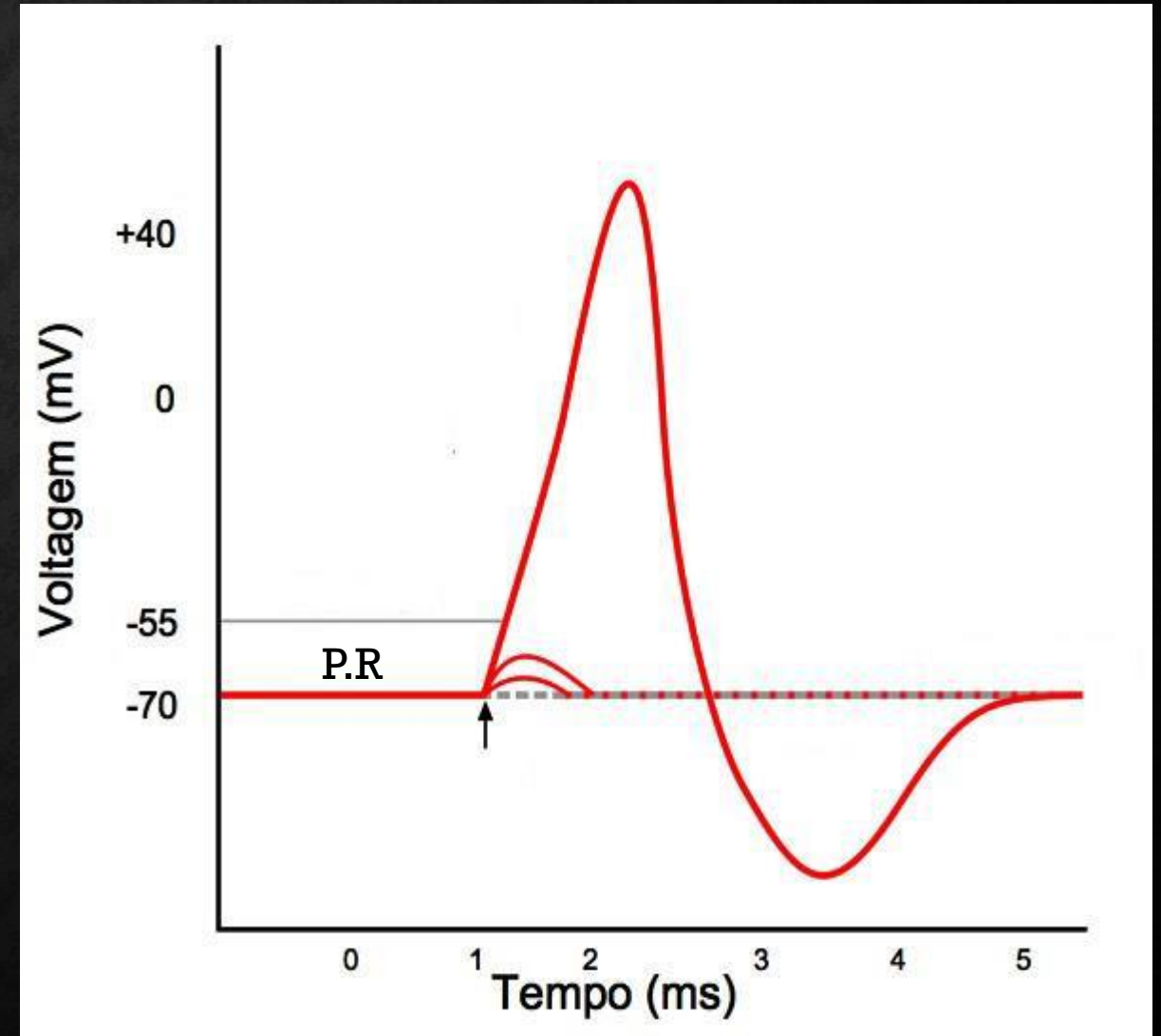
Consiste na diferença de cargas iônicas de  $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$  no meio externo e interno da membrana plasmática. Essa modificação na polaridade da membrana gera uma carga elétrica que percorre todo o neurônio.

- **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 (**Mais detalhes na segunda parte desta unidade**).

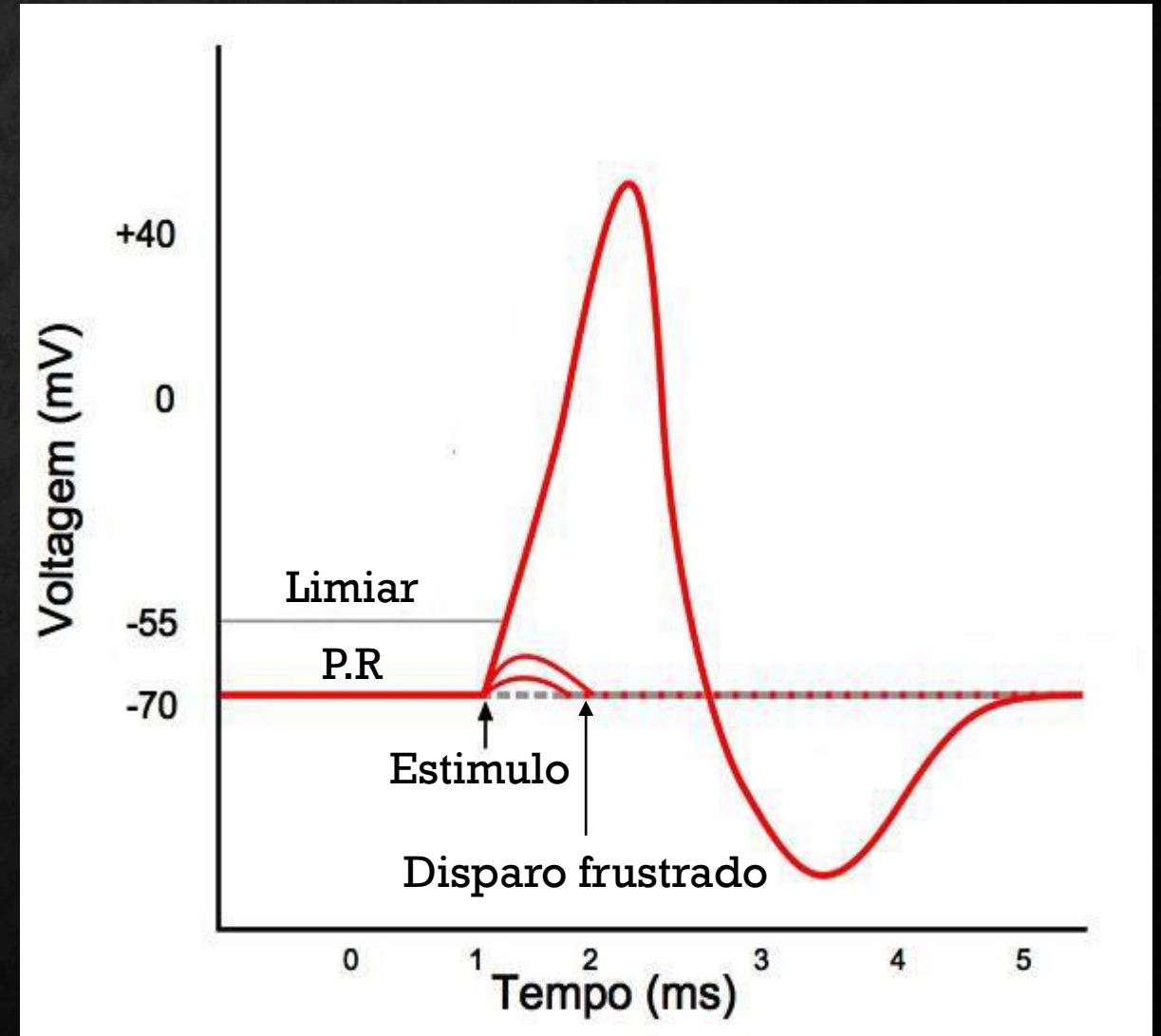
# COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO?

- 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 esta carregado **positivamente** ( $Na^+$  fora).
- Este estado da membrana é conhecido como **potencial de repouso** ou **P.R**, onde a membrana encontra-se **polarizada**.



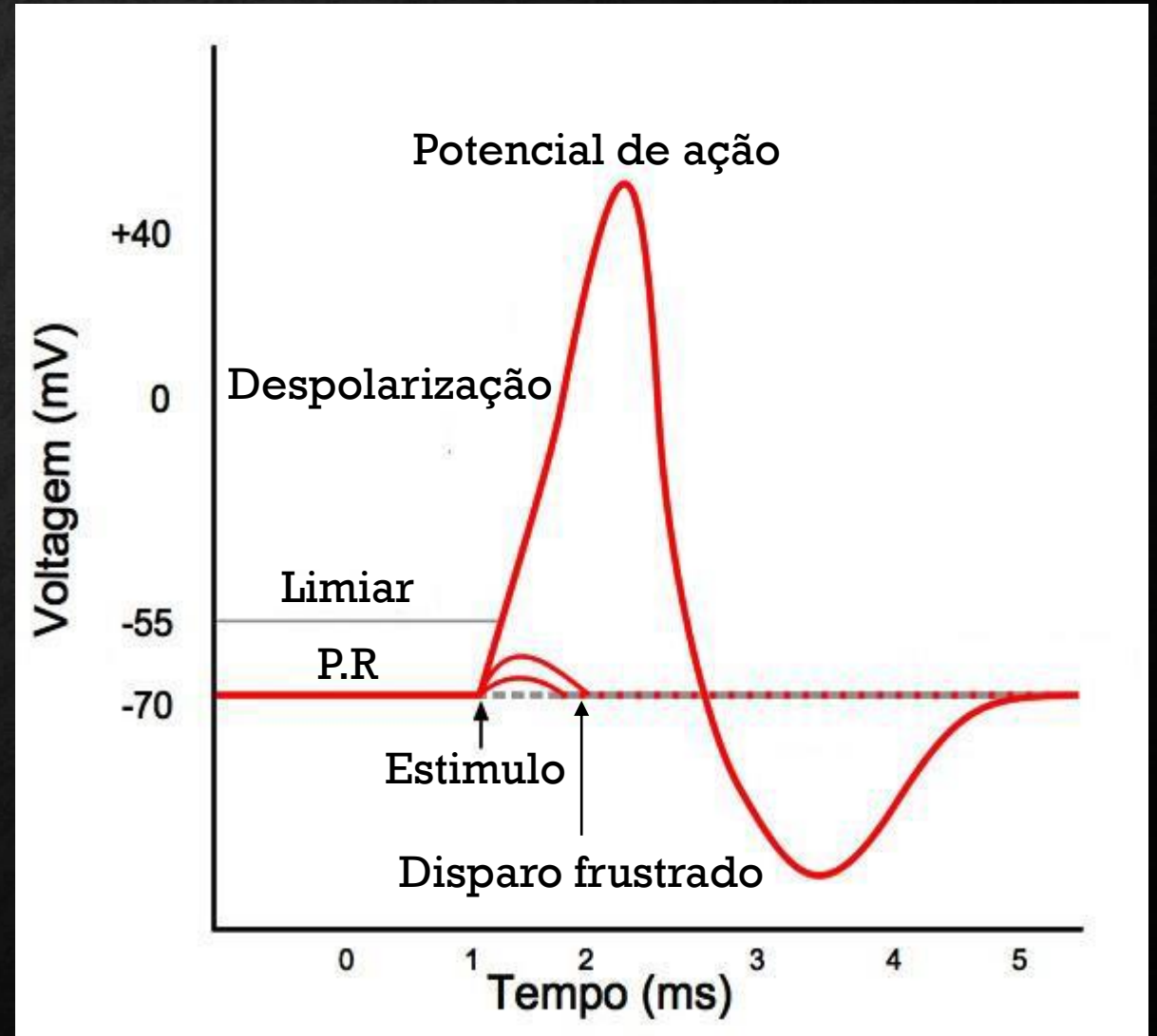
# COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO?

- Ocorre um **estímulo**.
- Se este estímulo for muito fraco, será um **disparo frustrado**.
- Se for forte o suficiente, alcançará o **limiar** de excitabilidade do neurônio.



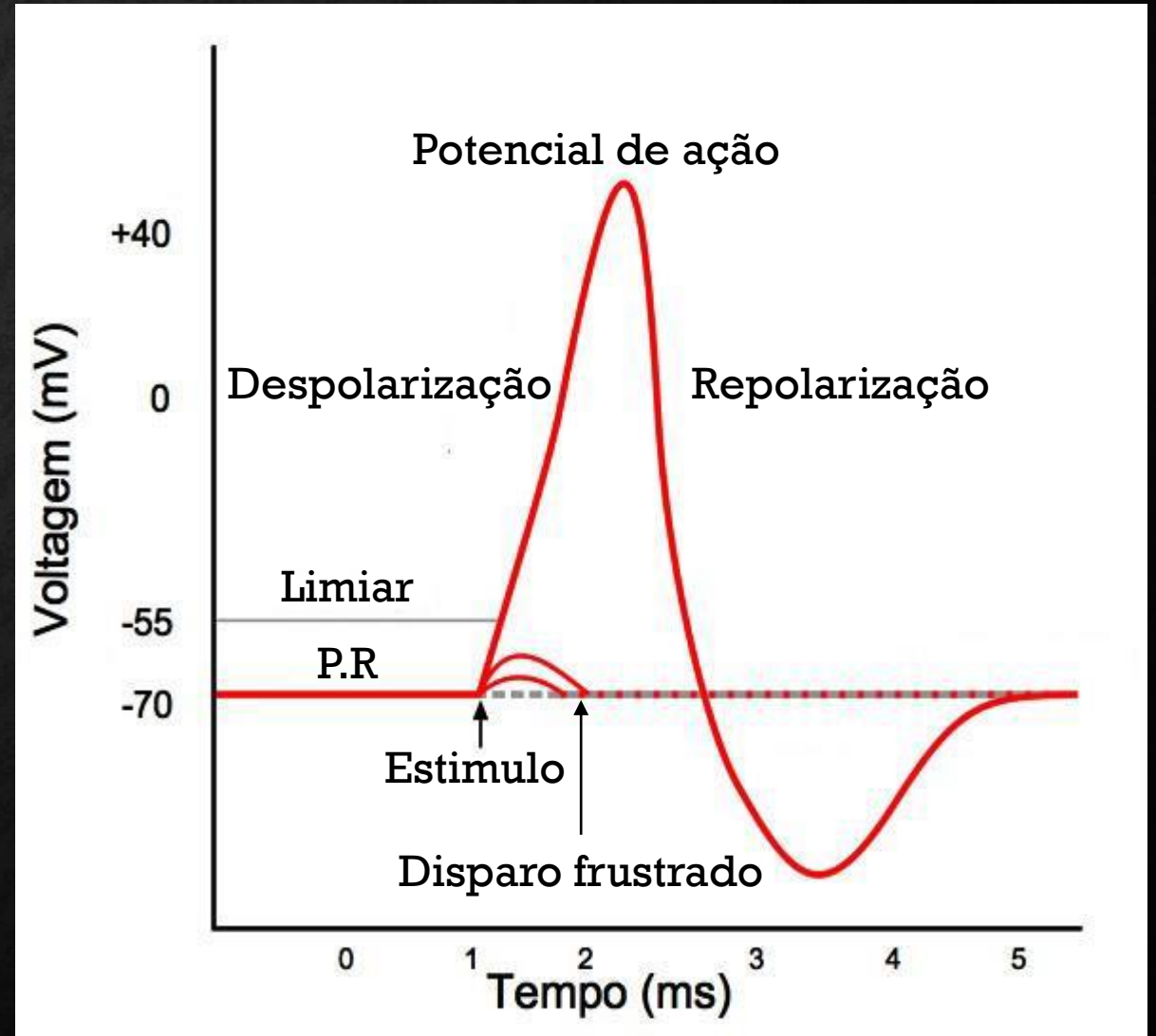
# COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO?

- No limiar abrem-se os canais para a entrada de  $\text{Na}^+$  (sódio), de modo a deixar o interior da membrana mais positivo do que o exterior
- O limiar causa a **despolarização** da membrana ao longo de todo o axônio. Esse processo é conhecido como **onda de despolarização**.
- O **potencial de ação (P.A)** ocorre quando o limiar de excitabilidade alcança um nível crítico de despolarização.



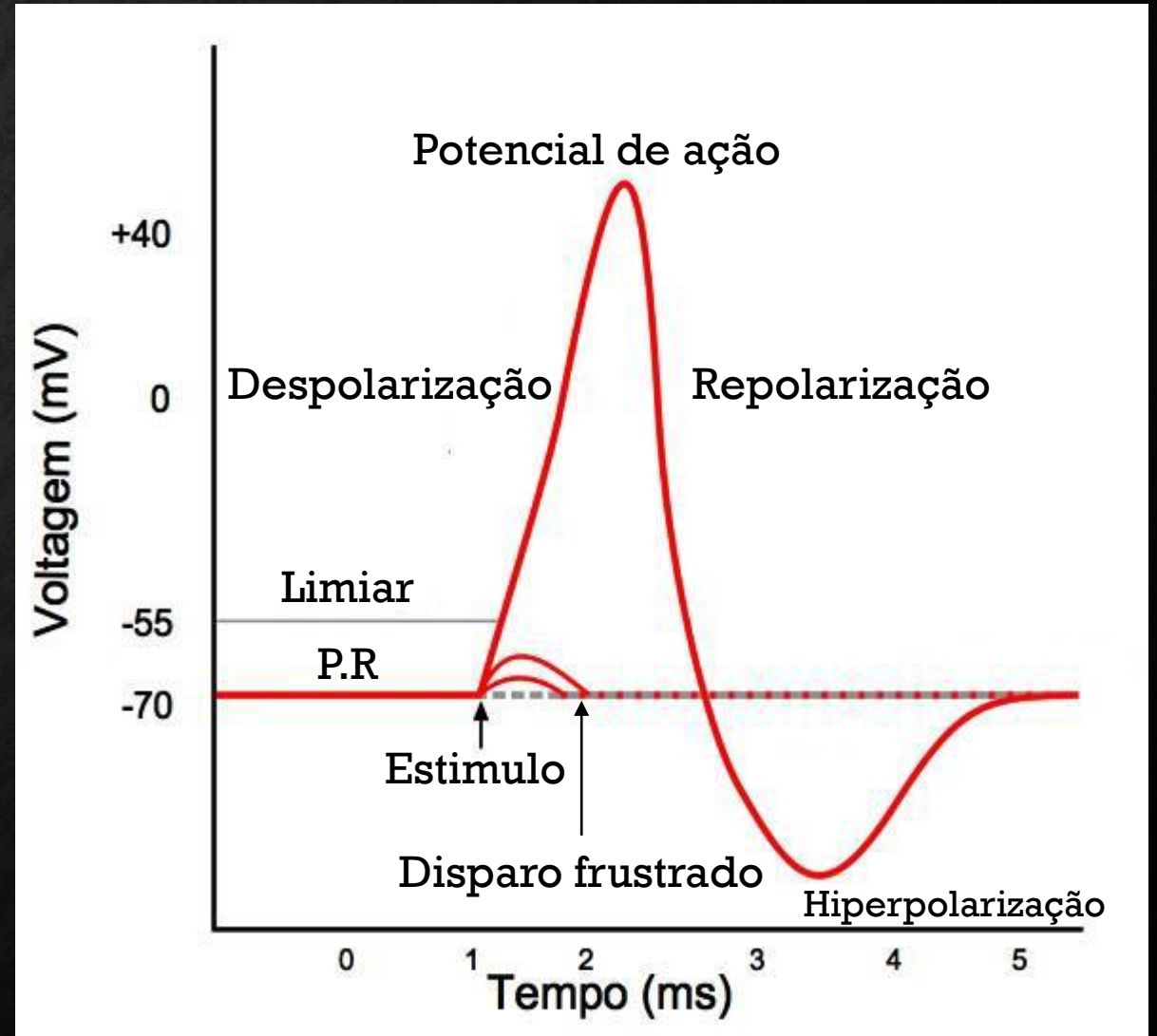
# COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO?

- A célula **não pode permanecer** em um estado despolarizado, senão, não poderá desencadear outro P.A. Neste caso, ela repolariza a membrana.
- Imediatamente após a entrada de  $\text{Na}^+$  no interior da membrana, há a saída de  $\text{K}^+$  para o exterior da célula, de modo a deixar o interior da célula mais negativo, ou seja, sua **repolarização**.
- A bomba de  $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$  também auxilia na repolarização jogando o  $\text{Na}^+$  que entrou para fora da célula e colocando  $\text{K}^+$  que saiu para dentro,



# COMO É GERADO UM IMPULSO NERVOSO?

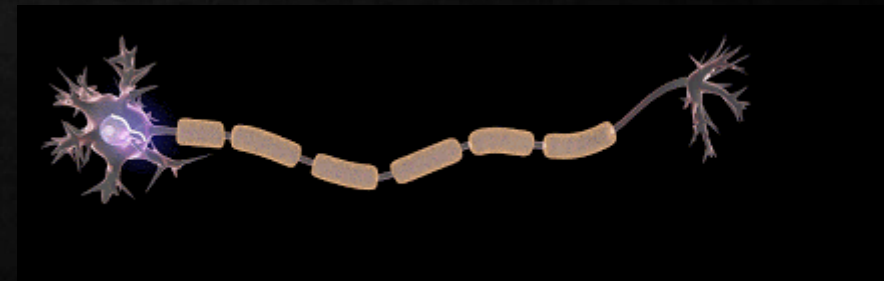
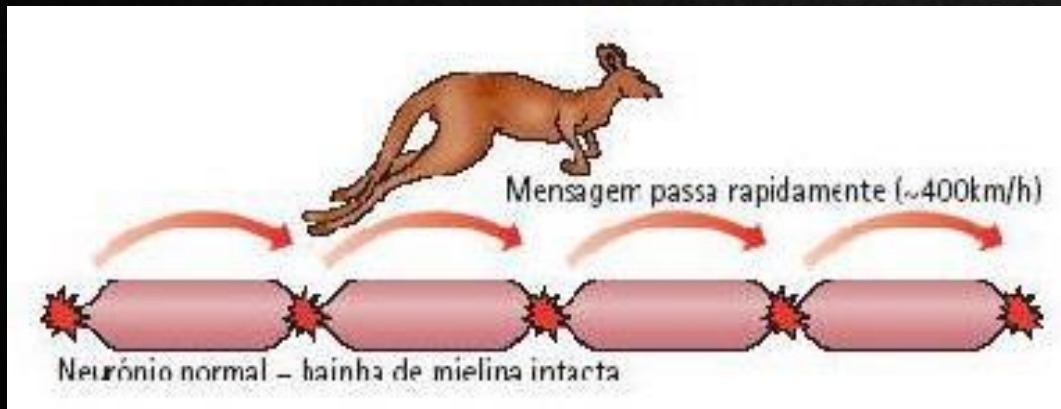
- Com a ação sucessiva da bomba de  $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$  ATPase, a célula vai se tornando muito mais negativa, inibindo a sua ação.
- Neste estado a célula polariza ainda mais seu interior a partir do seu potencial de repouso, ou seja, a membrana se encontra **hiperpolarizada**.
- Aos poucos a célula vai retornando ao seu estado de potencial de repouso normal encontrando-se pronta para outro processo de despolarização, caso um determinado estímulo alcance o limiar de excitabilidade.



# IMPULSO NERVOSO EM DIFERENTES FIBRAS.

## FIBRA MIELINICA:

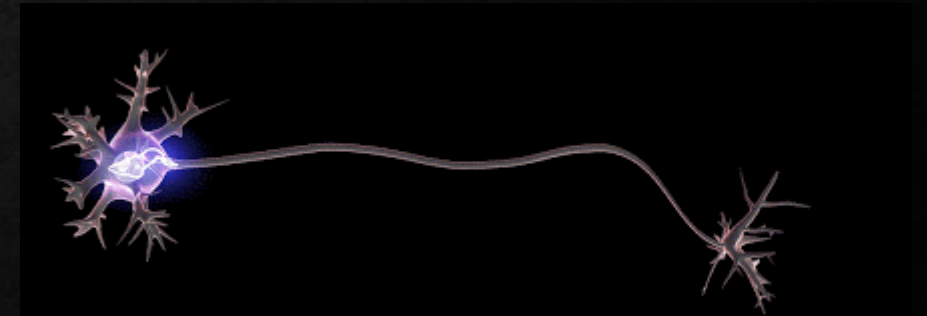
- Propagação do impulso nervoso se faz nas regiões onde não há bainha de mielina.
- O impulso salta entre os Nódulos de Ranvier (condução saltatória), o que acelera ainda mais a velocidade de condução sem grandes perdas de energia.
- Esse tipo de fibra é comum nos axônios que se ligam aos membros superiores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



# IMPULSO NERVOSO EM DIFERENTES FIBRAS.

## FIBRA AMIELINICA:

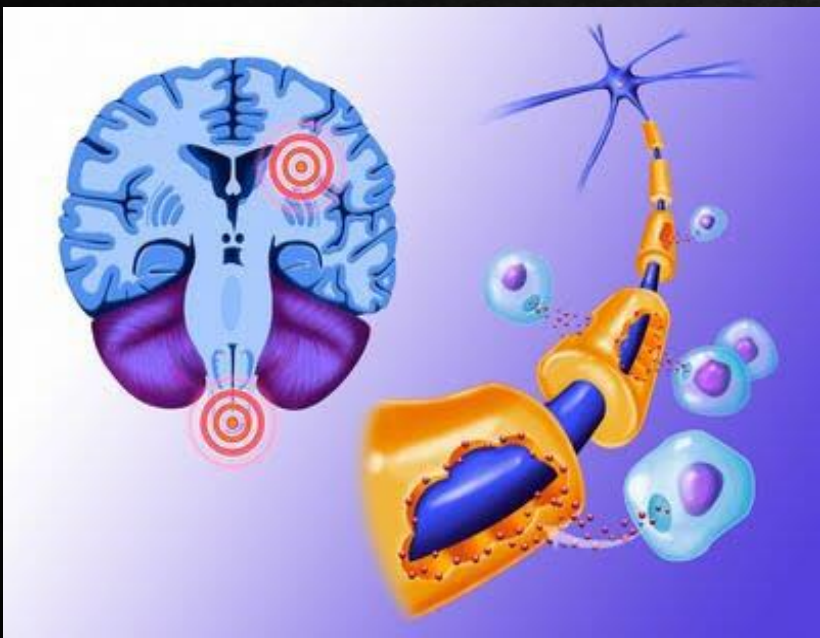
- Propagação do impulso nervoso se faz em toda fibra.
- Velocidade do impulso bastante inferior.
- Esse tipo de condução explica o fenômeno de se sentir dor um ou dois segundos após tirar a mão de uma superfície muito quente antes tocada acidentalmente.





# 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 prejuízos na sensação, coordenação motora e por vezes funções cognitivas.



# ALGUMAS DOENÇAS DESMIELINIZANTES

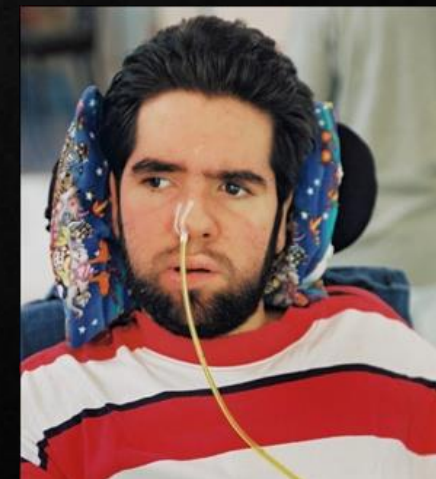
## Esclerose Múltipla

- Causa destruição da mielina e formação de escleras que prejudicam a transmissão do impulso nervoso. O caso mais notório da doença foi com o físico teórico Stephen Hawking, falecido em 14 de março de 2018. (76 anos). Ele era portador de esclerose lateral amiotrófica (ELA). Seu caso foi dramatizado no filme A teoria de tudo (2014).



## Adrenoleucodistrofia (ALD),

- Doença de origem genética rara. Um dos casos mais famosos foi o de Lorenzo Odone, falecido em 30 de maio de 2008 (30 anos). Sua história inspirou o filme O óleo de Lorenzo (1992).



## REFERÊNCIAS.

- **Anatomia e fisiologia microscópica do sistema nervosos.** *Cap 3.* Neurologia básica para profissionais da área de saúde. Ed.Atheneu. 2015.
- **As unidades do sistema nervoso** *Cap 3.* Cem bilhões de Neurônios. Ed Atheneu.
- **Bioeletrogênese.** URL: <http://www.bio.neuro-psicologia.usuários.puc-rio.br/bioeletrogenese.html>
- **Funções da membrana plasmática.** Prof<sup>a</sup>: Clarisse Schitine
- **Neurologia** – Volume único *Cap 3.* Medcursos. 2010. MedyKlin