



# Unidade - II

## Bioeletrogênese – Parte 2

Sinapse: Comunicação  
entre neurônios.

*Prof<sup>a</sup>: Norma M. Salgado Franco*  
*Colaborador: André Mendonça*

# Sinapse



Sinapse é um tipo de junção especializada, em que um neurônio faz contato com outro neurônio ou tipo celular.

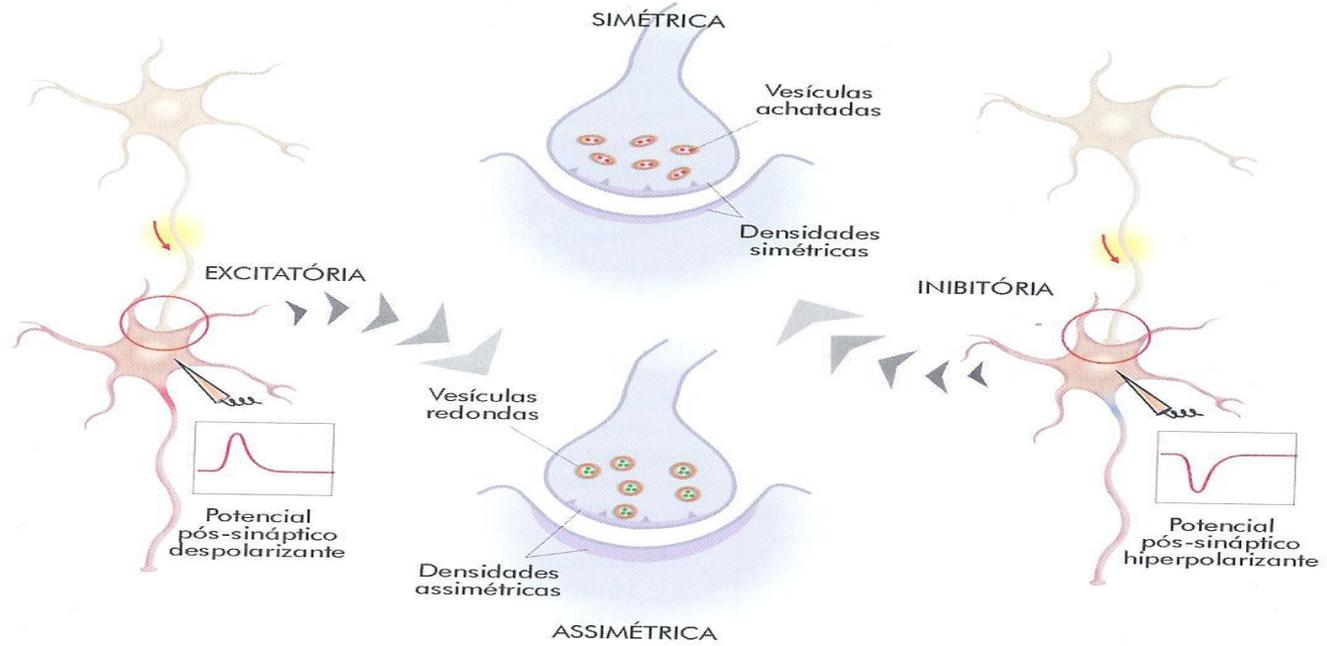


Podem ser axodendrítica, axosomática, axoaxônicas, dendrodendrítica e somatossomáticas. Sendo que a maioria são axodendríticas.

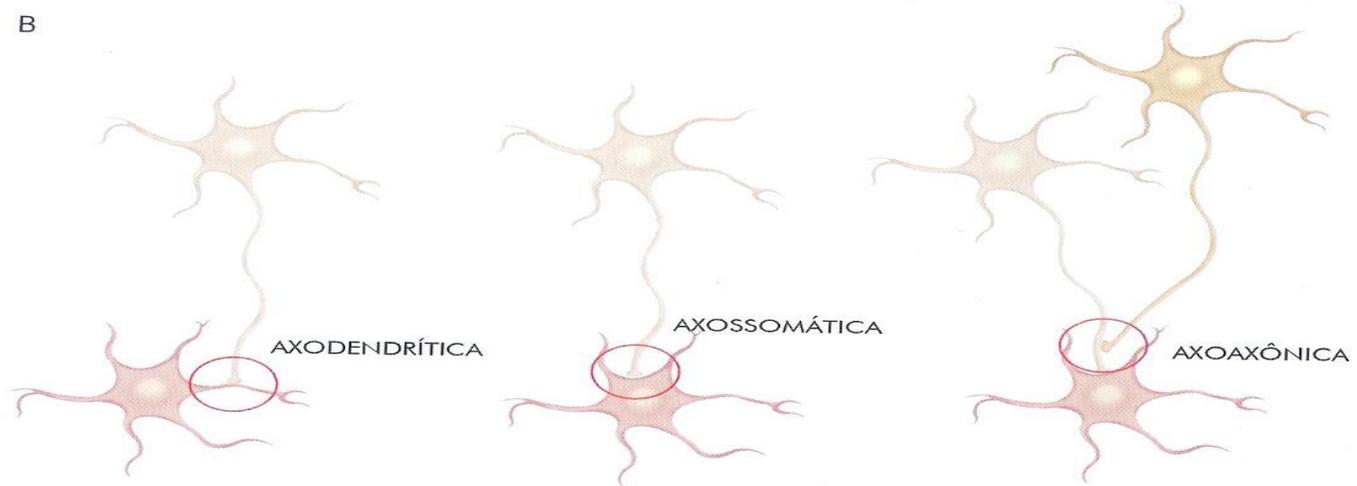
# TIPOS DE SINAPSE



A



B





Apresenta **três elementos** estruturais:

- Terminal pré-sináptico.
- Fenda sináptica.
- Membrana pós-sináptica.



→ Podem ser:

- **Elétricas**
- **Químicas (maioria)**

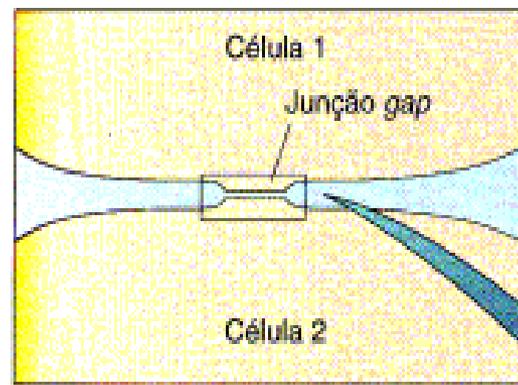


# Sinapse Elétrica

# Sinapse Elétrica



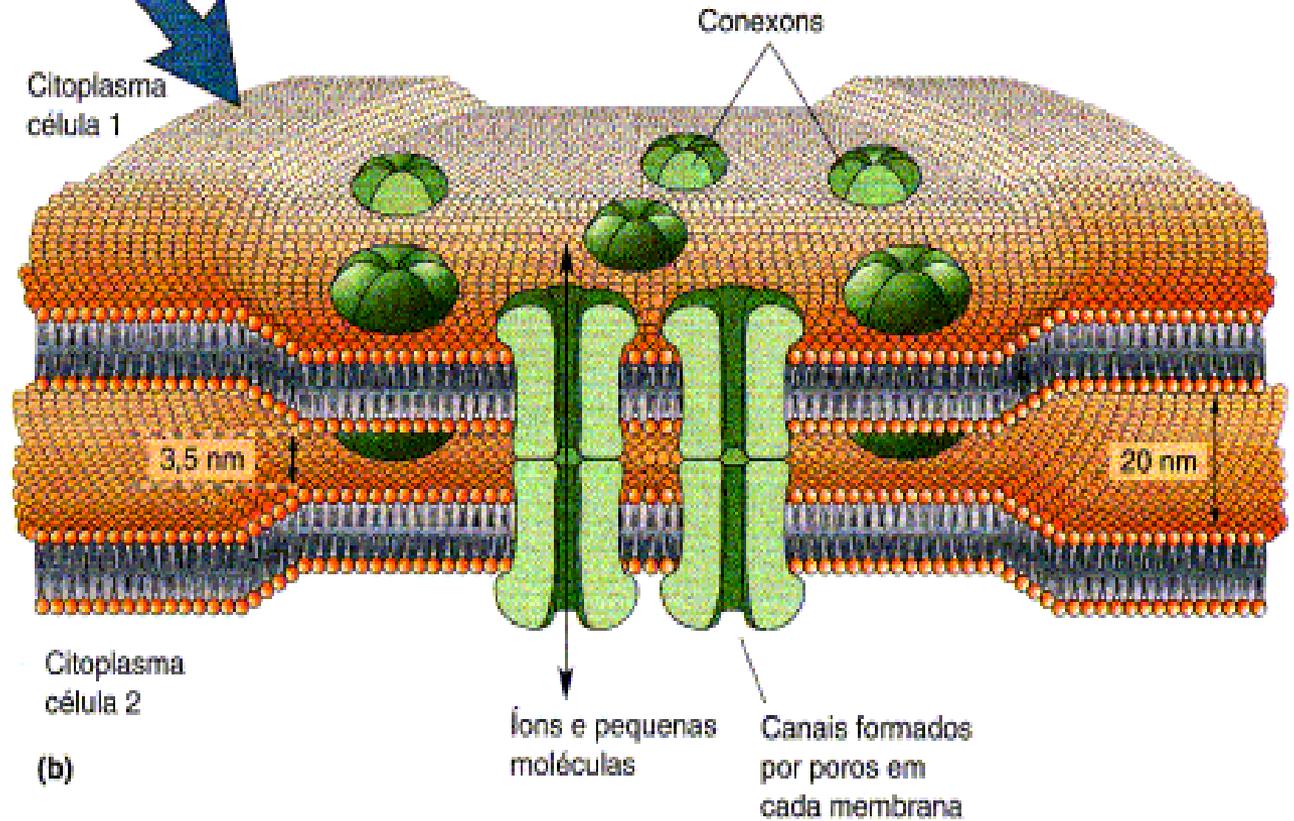
São mais simples e evolutivamente antigas, permitem a transferência direta da corrente iônica de uma célula para outra. Ocorrem em sítios especializados denominados **junções gap** ou **junções comunicantes**.



**Uma junção gap.** (a) Neuritos de duas células conectadas por uma junção gap. (b) Um aumento mostrando canais denominados conexons, cada um composto por seis subunidades protéicas denominadas conexinas, as quais unem citoplasmas de duas células. Íons e pequenas moléculas podem passar em ambas as direções através destes canais.



(a)



(b)



A maioria das junções *gap* permite que a corrente iônica passe adequadamente em ambos os sentidos, sendo desta forma, **bidirecionais**.



Invertebrados



Resposta de fuga



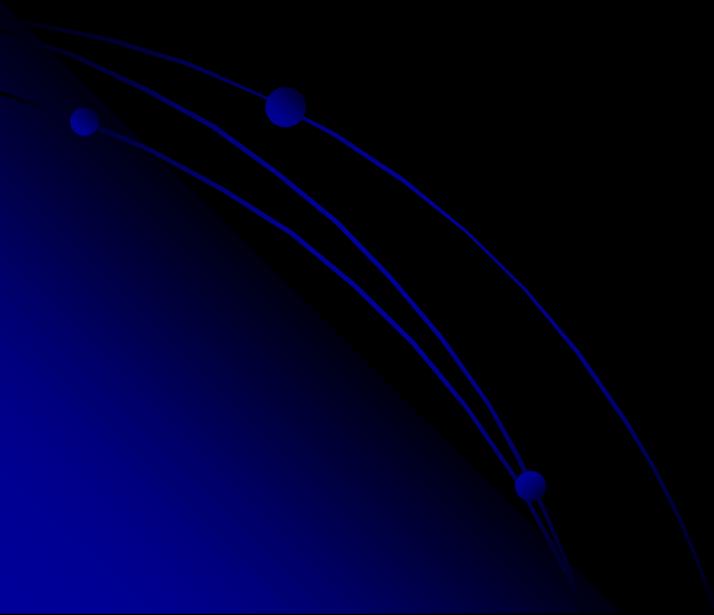
Mamíferos adultos



Raros



# Sinapse Química



# Sinapse axodendrítica



**O terminal pré-sináptico:** é encontrado ao final do axônio (telodendros).



**Fenda sináptica:** espaço existente entre o terminal pré-sináptico de um neurônio(axônio) com a membrana pós-sináptica de outro neurônio(dendríte).



**Membrana pós-sináptica:** é a espinha dendrítica (dendrito) de outro neurônio.

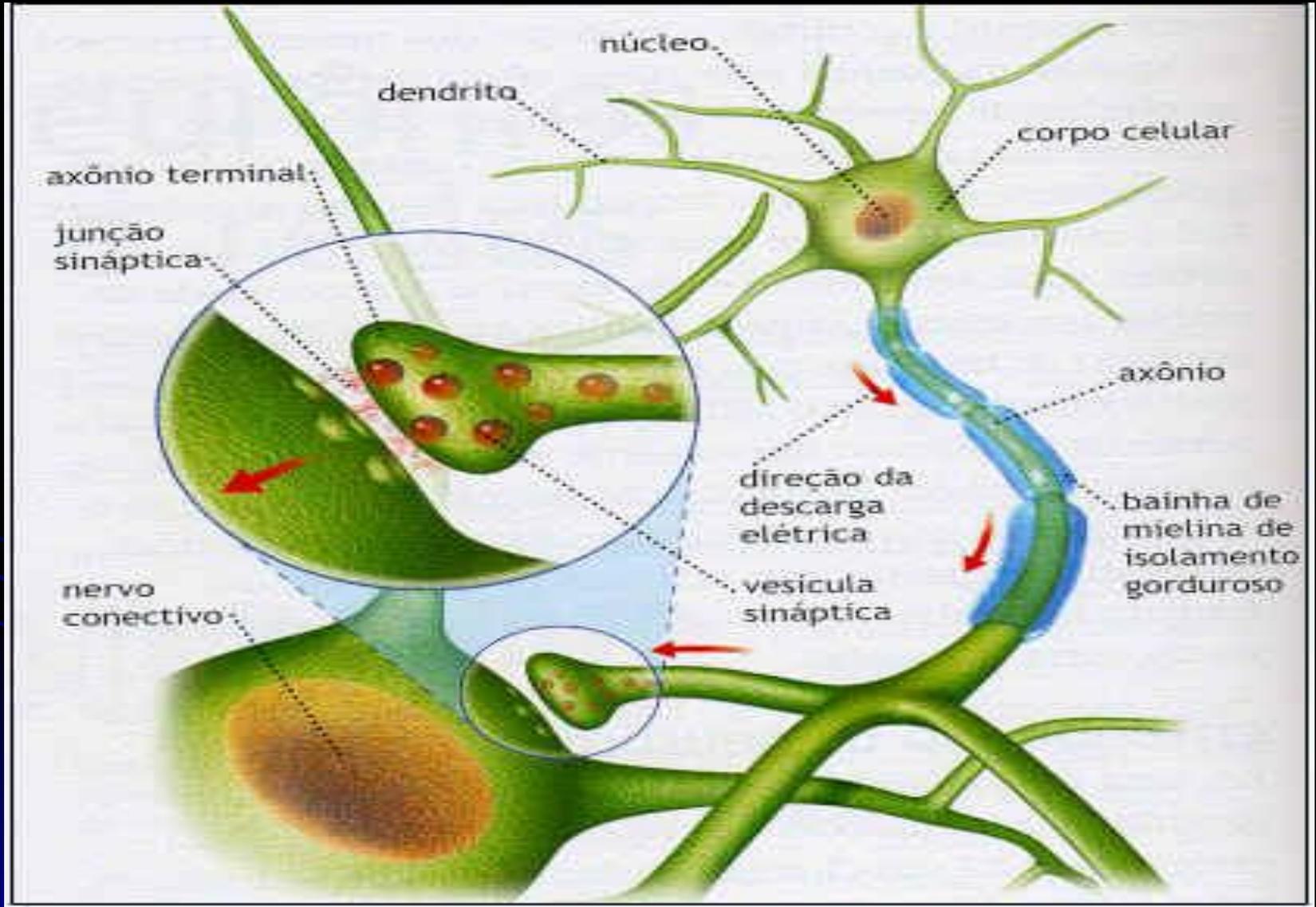


**O terminal pré-sináptico:** contém mitocôndrias e vesículas preenchidas com neurotransmissores (substâncias químicas capazes de alterar a permeabilidade da membrana).

**A fenda sináptica:** local onde o terminal pré-sináptico lançam os neurotransmissores.

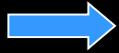
**A membrana pós-sináptica:** contém proteínas receptoras que reconhece o neurotransmissor, determinando, portanto, a resposta do Potencial.

# Sinapse





# Transmissão Sináptica



## Etapas:

- O impulso nervoso ao chegar ao terminal pré-sináptico faz com que o  $\text{Ca}^{+}$  entre na célula por difusão.

A entrada de  $\text{Ca}^{+}$  faz com que as vesículas sinápticas se unam a membrana do terminal pré-sináptico, levando a descarga do neurotransmissor, por difusão, na fenda sináptica. Chamamos isso de **exocitose**.

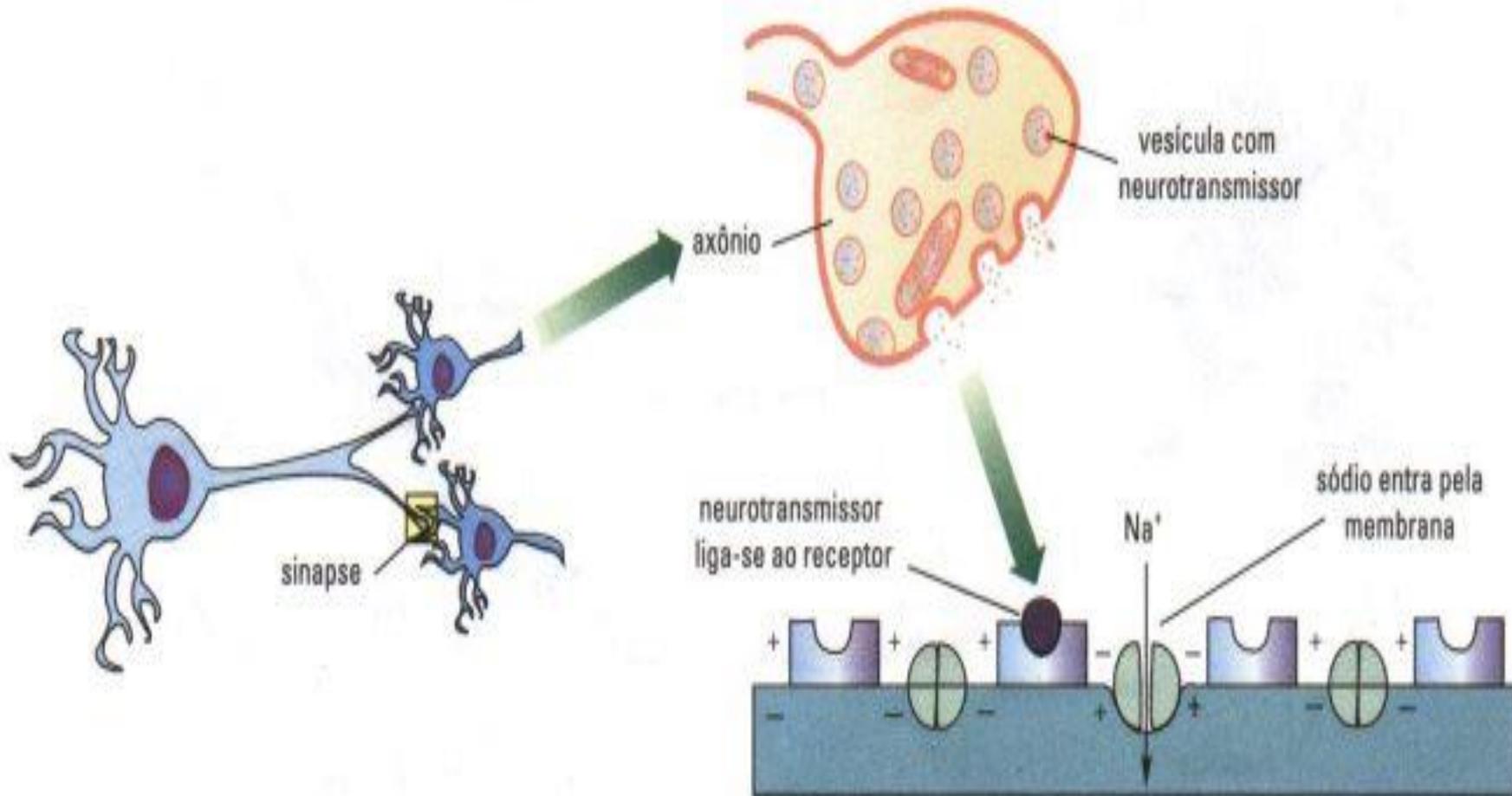


- Na fenda o neurotransmissor é ligado a uma proteína receptora existente na membrana pós-sináptica;
- Essa ligação resultará a abertura de canais iônicos;
- O receptor poderá reconhecer o neurotransmissor como **excitatório** ou como **inibitório**;



- Como **excitatório**: abrirá canais para o íon  $\text{Na}^+$  (que entrará na célula por difusão);
- Determinando um Potencial Pós-Sináptico Excitatório (**PPSE**), que é uma resposta local;
- O PPSE faz com que a membrana se aproxime do limiar de excitabilidade da célula;
- Se chegar ao limiar  $\Rightarrow$  PA;

## Formação e propagação do impulso nervoso.



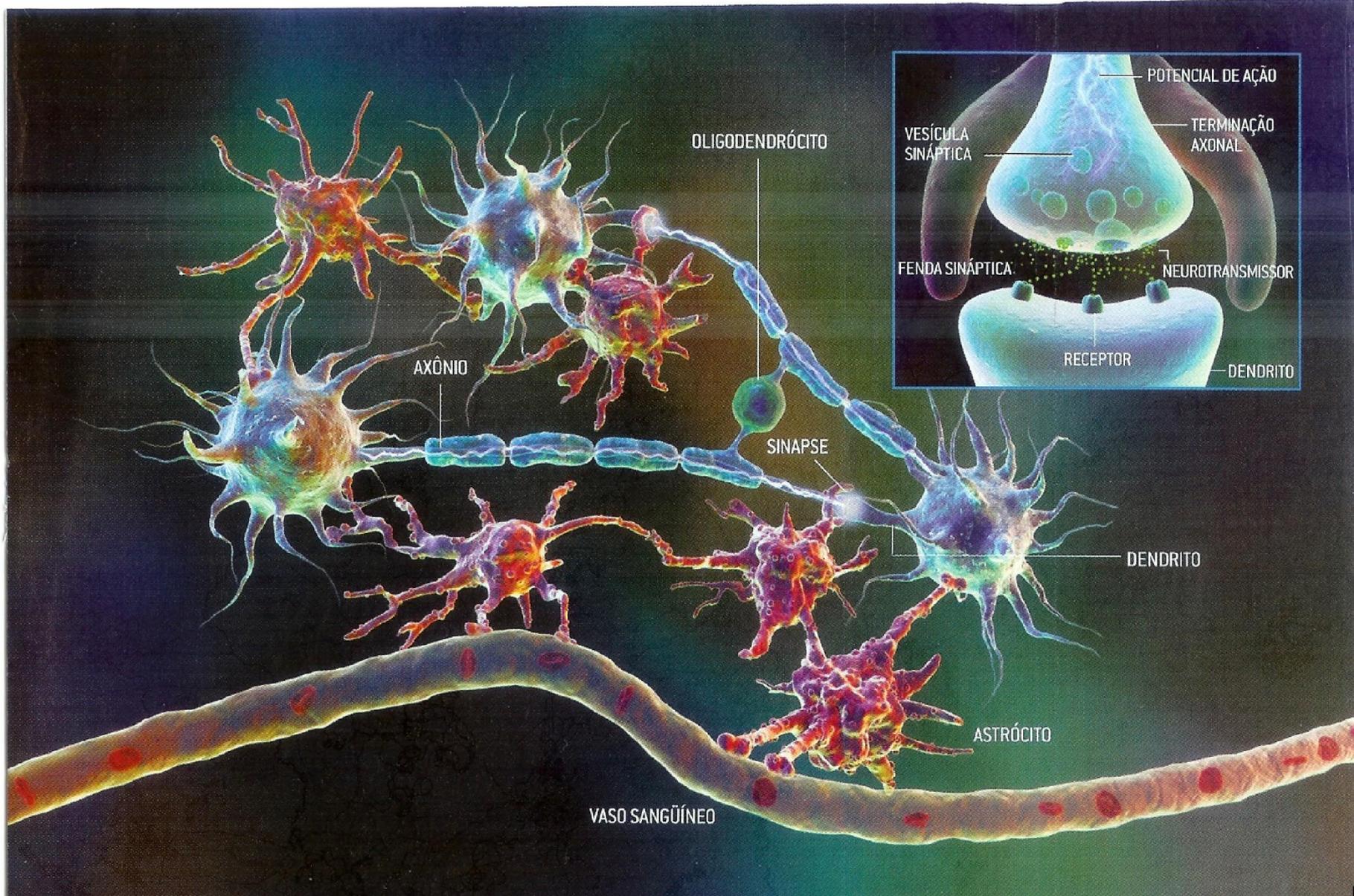
O impulso nervoso passa pela sinapse através de neurotransmissores, que promovem a entrada de sódio no neurônio, provocando a inversão de cargas elétricas e a condução de um impulso nervoso no neurônio estimulado.

A informação viaja na forma de impulsos elétricos ao longo de um axônio é convertida, no terminal axonal, em um sinal químico que atravessa a fenda sináptica. Na membrana pós-sináptica, este sinal químico é convertido novamente em sinal elétrico.

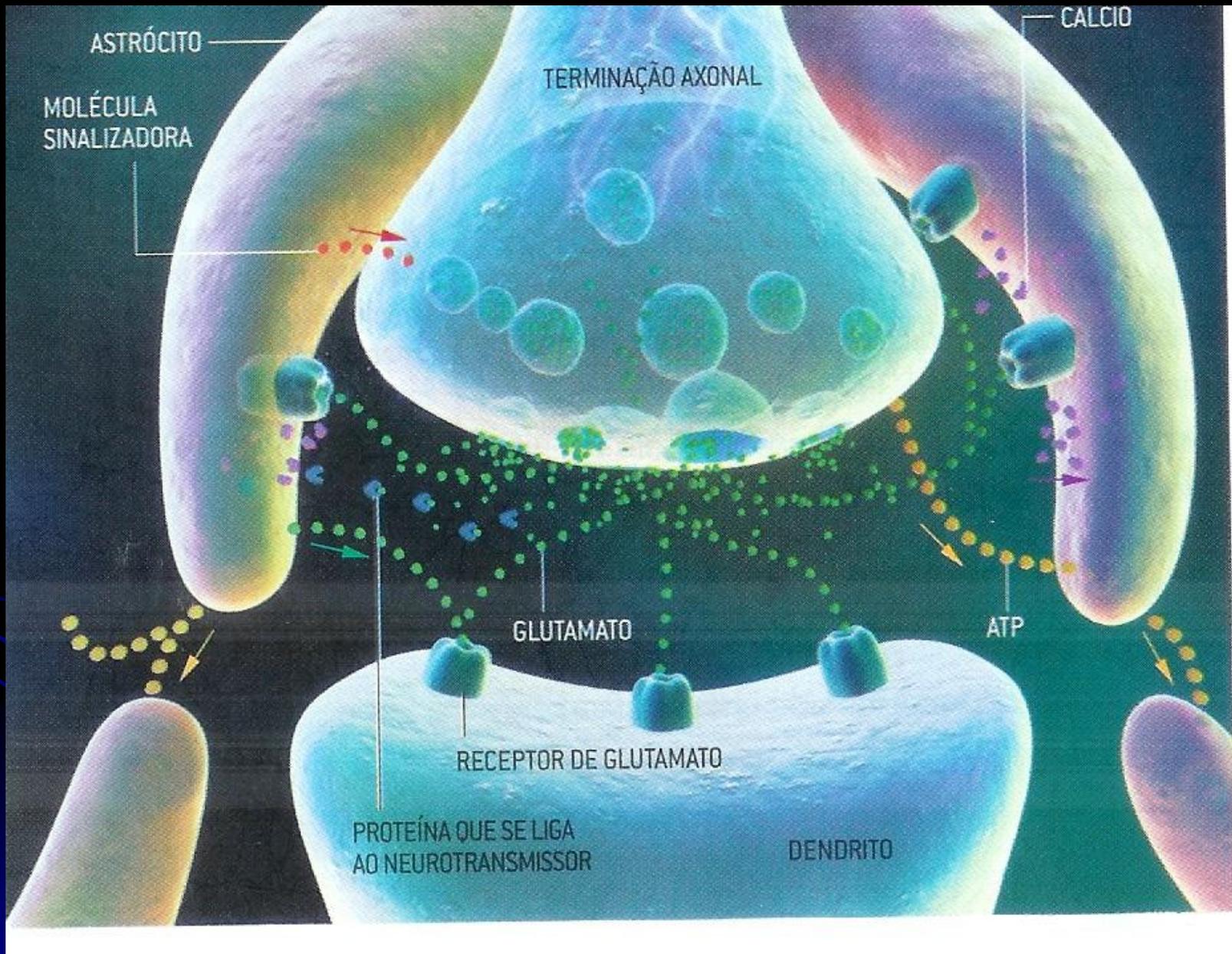


- Como **inibitório**: abrirá canais para o íon  $K^+$  (que saíra da célula); ou para o íon  $Cl^-$  (que entrará na célula);
- Determinando um Potencial Pós-Sináptico Inibitório (**PPSI**), que é uma resposta local;
- O PPSI faz com que a membrana afaste cada vez mais do seu limiar;
- Se não chegar ao limiar  Não acontecerá o PA;
- Quando o neurotransmissor é recapturado e levado à vesícula do terminal pré-sináptica, ocorre a **endocitose**.

# Sinapse Química



# Sinapse Química



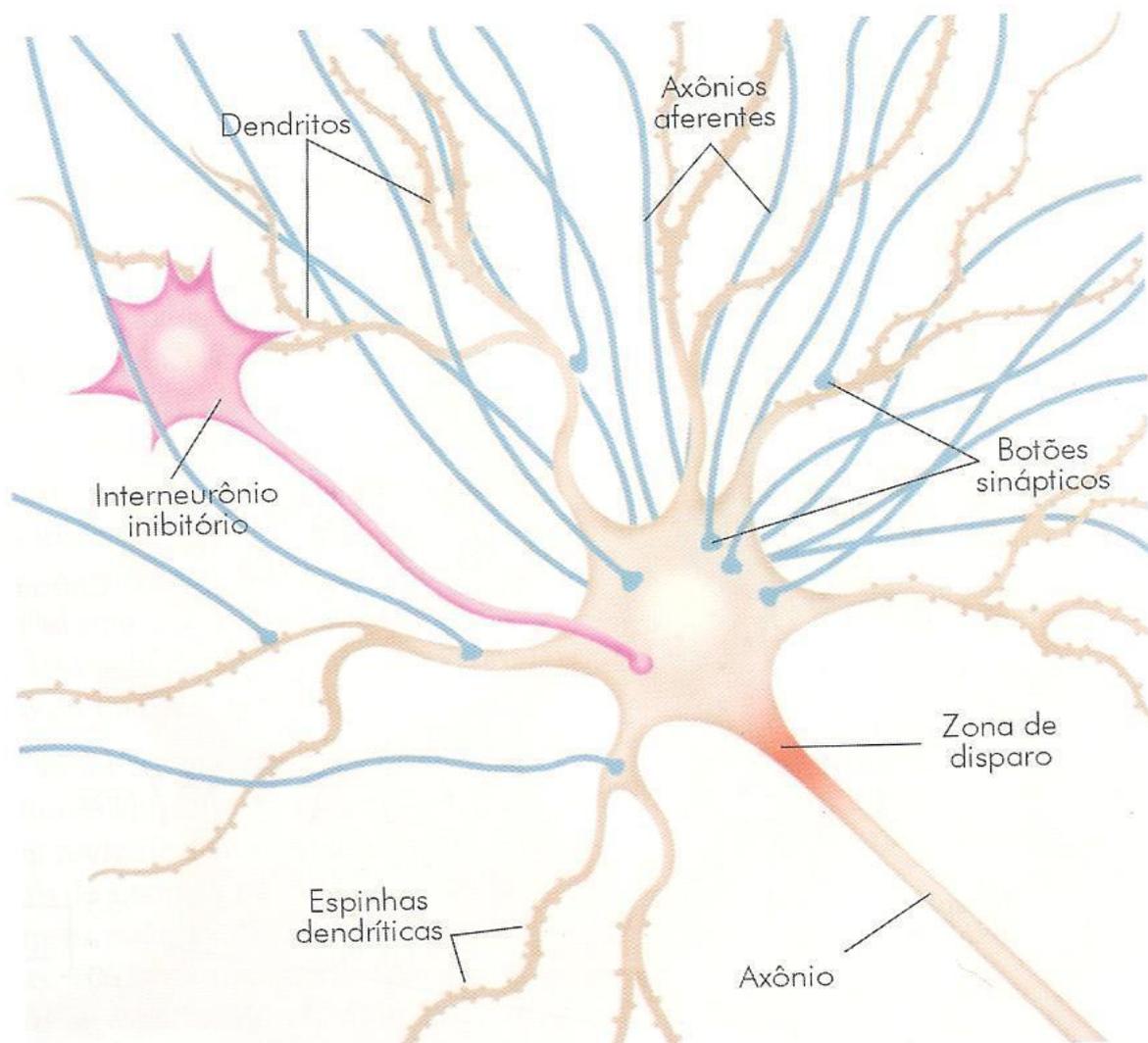


- Um único neurônio, através da sinapse, pode passar mensagens (impulsos nervosos) para centenas e até milhares de outros neurônios.
- A resultante final será a soma algébrica de todas as respostas. Esse processo é conhecido como **integração sináptica**.

# Integração sináptica



## OS CHIPS NEURAIS



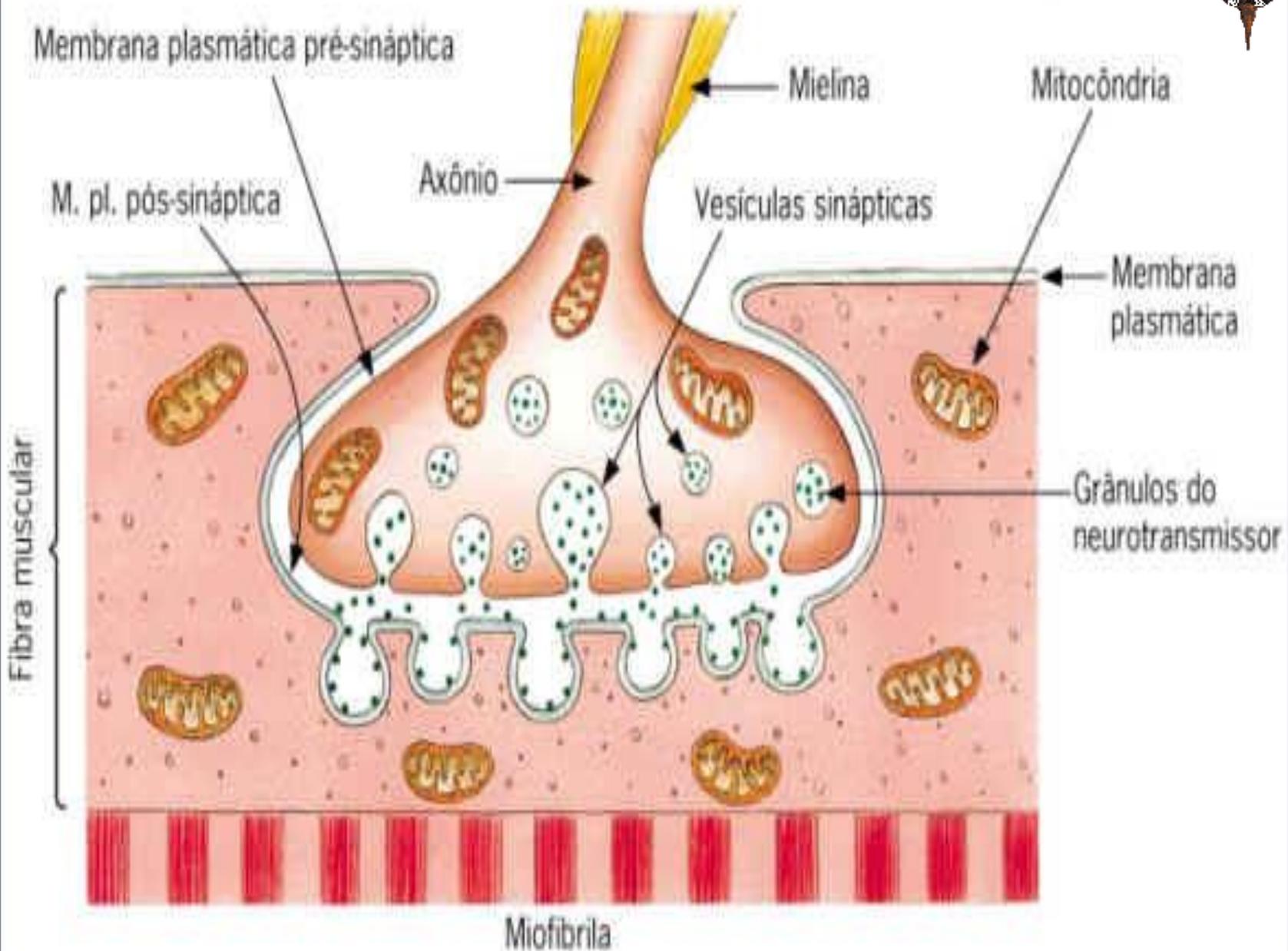
# Sinapse: Junção Neuromuscular



É um tipo de junção especializada, em que um neurônio faz contato com a membrana da célula muscular.

Apresenta os três elementos estruturais, sendo que:

- O terminal pré-sináptico é o axônio de um neurônio;
- A membrana pós-sináptica pertence à célula muscular;
- A membrana pós-sináptica apresenta dobras que aumentam a área da fenda sináptica. Esse mecanismo faz com que o neurotransmissor (ACh) fique mais tempo na fenda;





# Recaptação do Neurotransmissor

- Após interagir com os receptores, os neurotransmissores são removidos da fenda, por:
  - Transportadores protéicos específicos;
  - Glia (Astrócito)  Glutamato;
  - Degradação por enzimas.  
→ Ex.: ACo  ACoE

Na junção neuromuscular a ininterrupta exposição em alta conc. de ACo conduz a dessensibilização (onde fecham-se os canais iônicos). Ex. Gases de nervos.



# A Ação das Drogas

Podem agir:

- no receptor:
  - inibindo (antagonistas)
  - aumentando (agonistas)
- no neurotransmissor
- no terminal pré-sináptico
- no processo de recaptação



# Neurotransmissor

Diferentes neurônios no SNC liberam diferentes Neurotransmissores, alguns citamos abaixo:

- **Endorfinas e encefalinas** → Bloqueio da Dor
- **Serotonina** → “bem-estar” → Derivado do triptofano

Regula o humor, sono, atividade sexual, apetite, ritmo circadiano, as funções neuroendócrinas, temperatura corporal, sensibilidade à dor, atividade motora e funções cognitivas.

Atualmente vem sendo relacionada aos Transtornos de Humor.

A maioria dos medicamentos antidepressivos agem produzindo um aumento dessa substância na fenda sináptica.



- **GABA** (ácido gama-aminobutírico)

Principal neurotransmissor inibitório do SNC. Está envolvido com os processos de ansiedade. Seu efeito ansiolítico seria fruto de alterações provocadas em diversas estruturas do Sistema Límbico. A inibição ou o bloqueio resulta em estimulação intensa, gerando convulsões.

- **Dopamina**

Neurotransmissor inibitório derivado da tirosina. Produz sensações de satisfação e prazer. Os neurônios dopaminérgicos podem ser divididos em **três subgrupos** com diferentes funções. O primeiro grupo regula os movimentos: uma deficiência provoca a doença de Parkinson. O segundo grupo, o mesolímbico, funciona na regulação do comportamento emocional.

O terceiro grupo, o mesocortical, projeta-se apenas para o córtex pré-frontal. Esta área do córtex está envolvida em várias funções cognitivas, memória, planejamento de comportamento e pensamento abstrato, assim como em aspectos emocionais, especialmente relacionados com o stress. Distúrbios nos dois últimos sistemas estão associados com a esquizofrenia.



- **Glutamato**

Principal neurotransmissor estimulador do SNC.

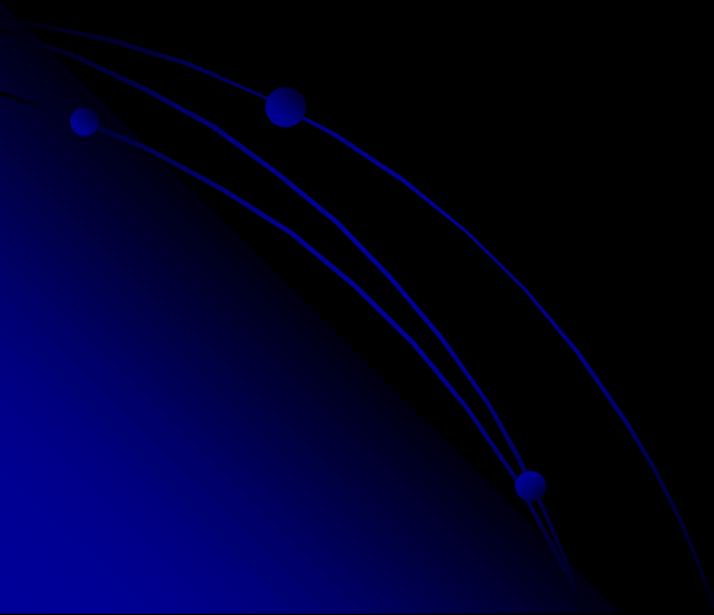
A sua ativação aumenta a sensibilidade aos estímulos dos outros neurotransmissores.

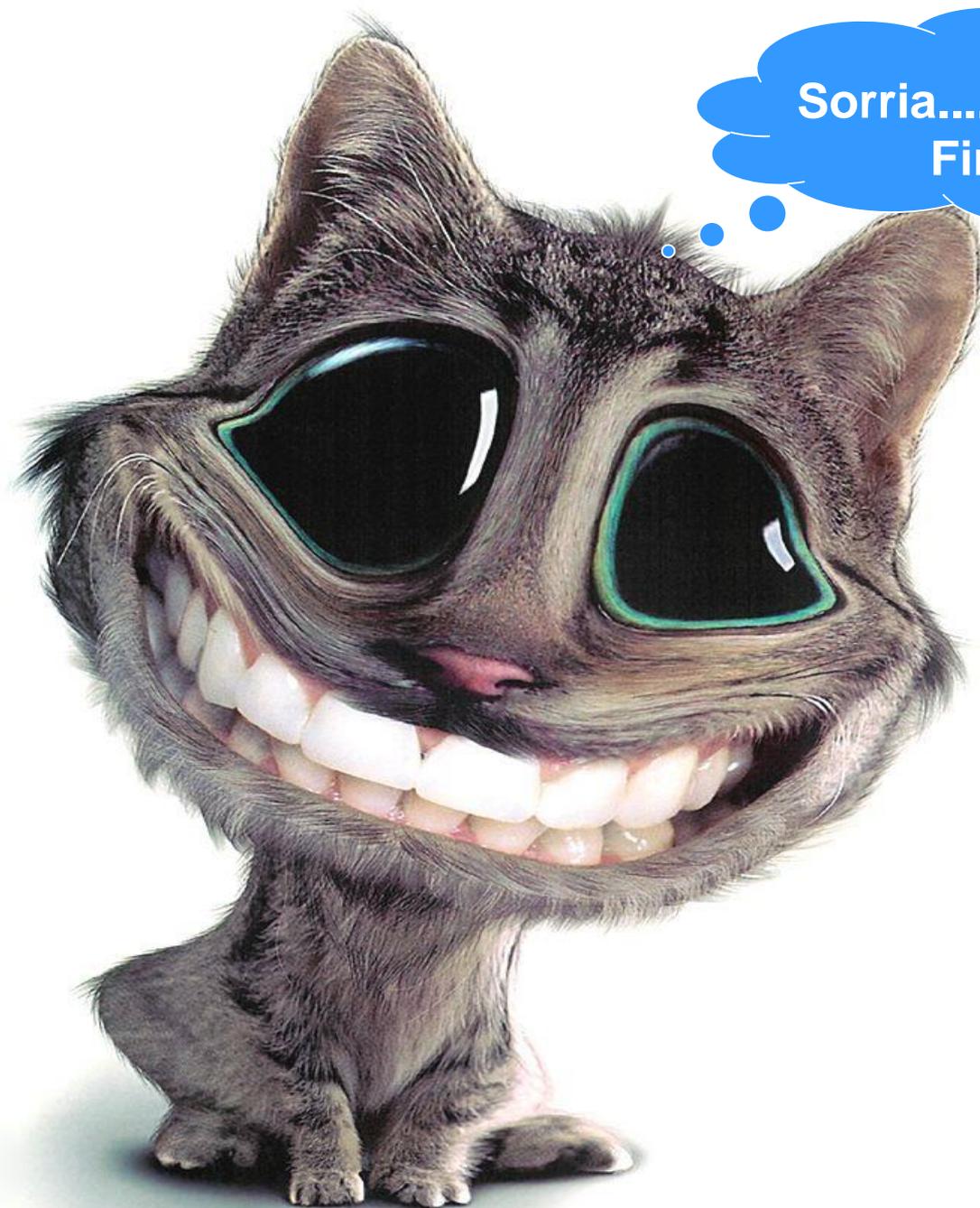
- **Acetilcolina**

Neurotransmissor “estrela” da memória e do pensamento. Está particularmente concentrado no hipocampo. Também ajuda a executar muitas funções fora do cérebro. Ex. Ajuda as células nervosas nos músculos a ativar a ação motora.

- **Noradrenalina**

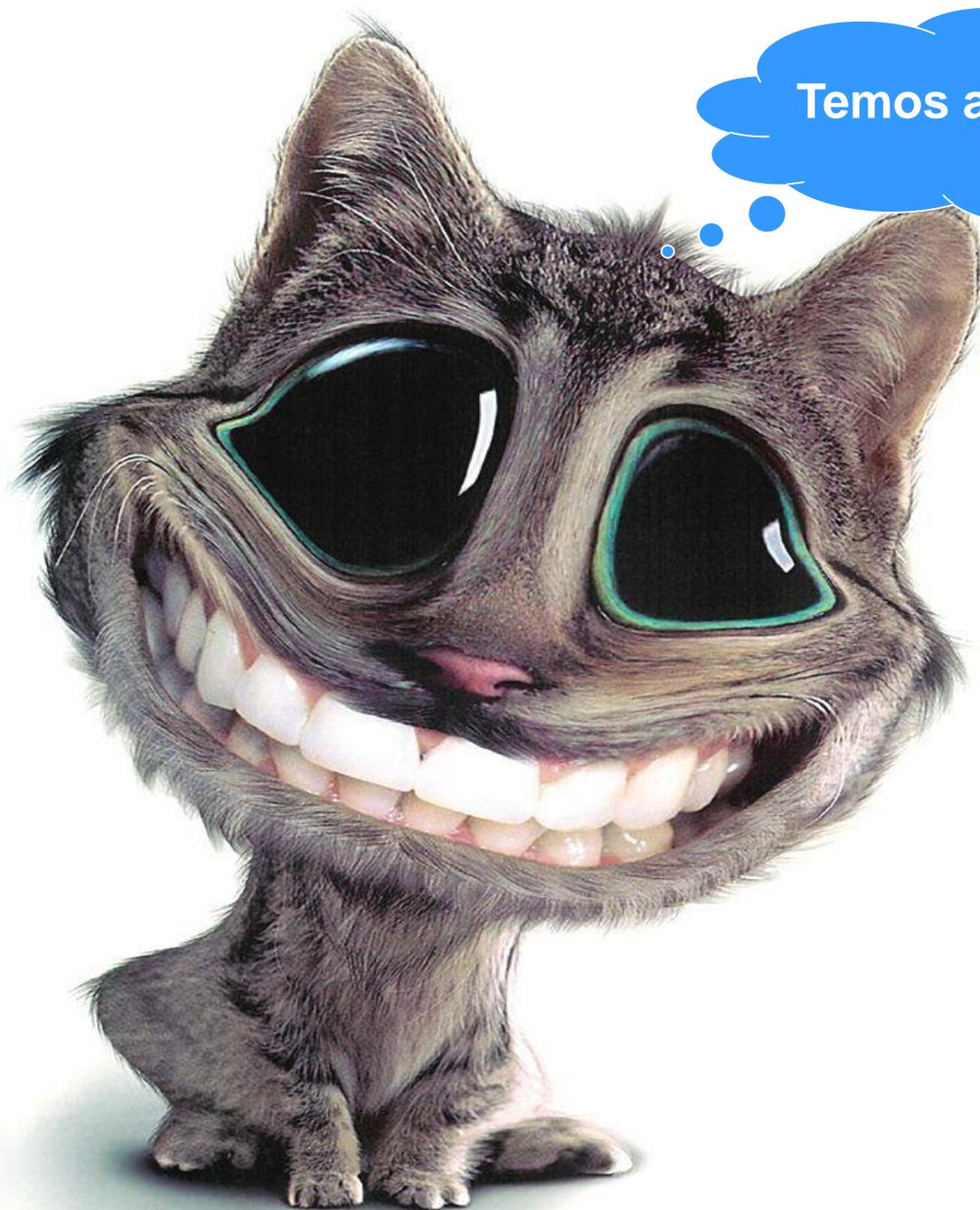
Torna o cérebro mais alerta. É vital para transferir informações da memória temporária do hipocampo para áreas permanentes no córtex. Quantidade excessiva pode impedir o armazenamento de novas memórias e interferir no raciocínio e nas tomadas de decisões. Ajuda a controlar o sono, porém o excesso gera a insônia. Ajuda a equilibrar os impulsos sexuais (se diminuir o neurotransmissor , diminui o libido). Está envolvida também no SNA.





Sorria.... Chegamos ao  
Fim

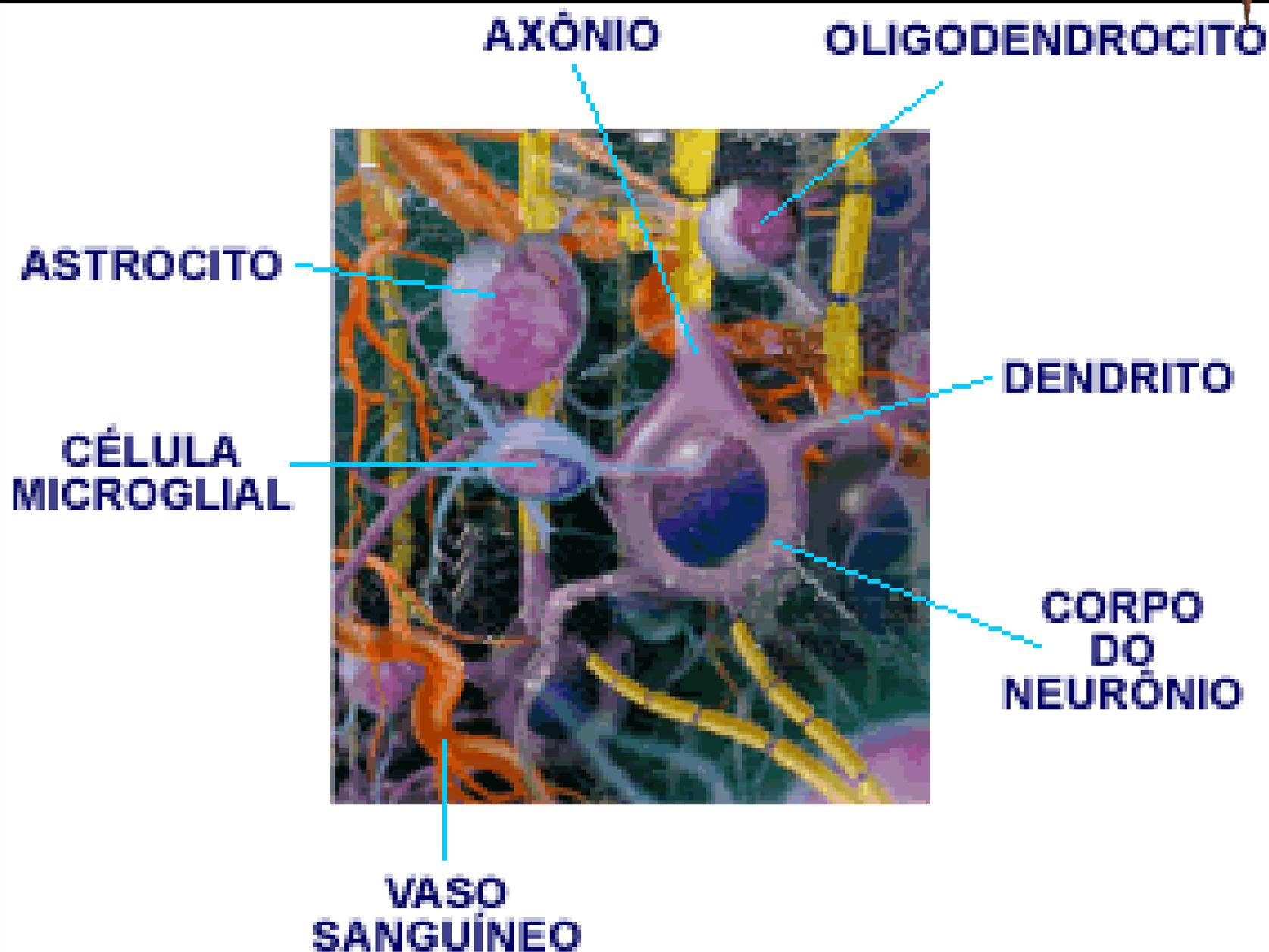




Temos ainda anexos.....



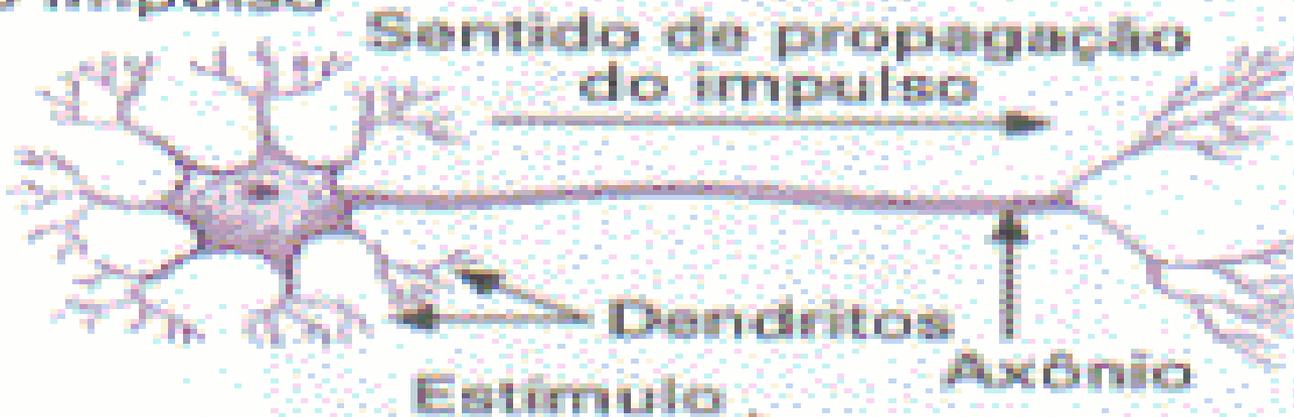
Figuras de  
Neurociências  
e  
Neurofisiologia



# IMPULSO NERVOSO - PA



Recepção  
do impulso



Axonônio em repouso



Impulso nervoso (I.N.)

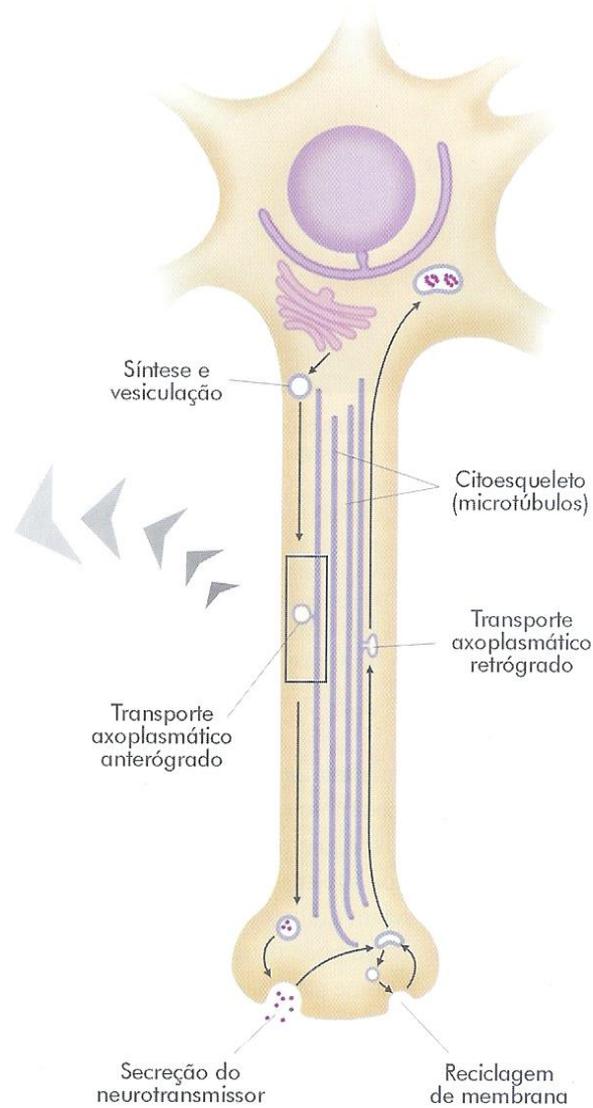
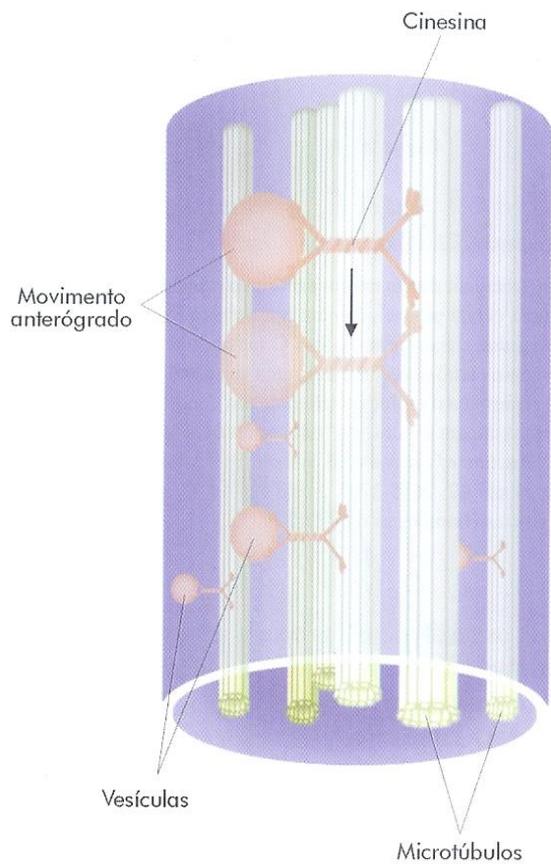


I.N.

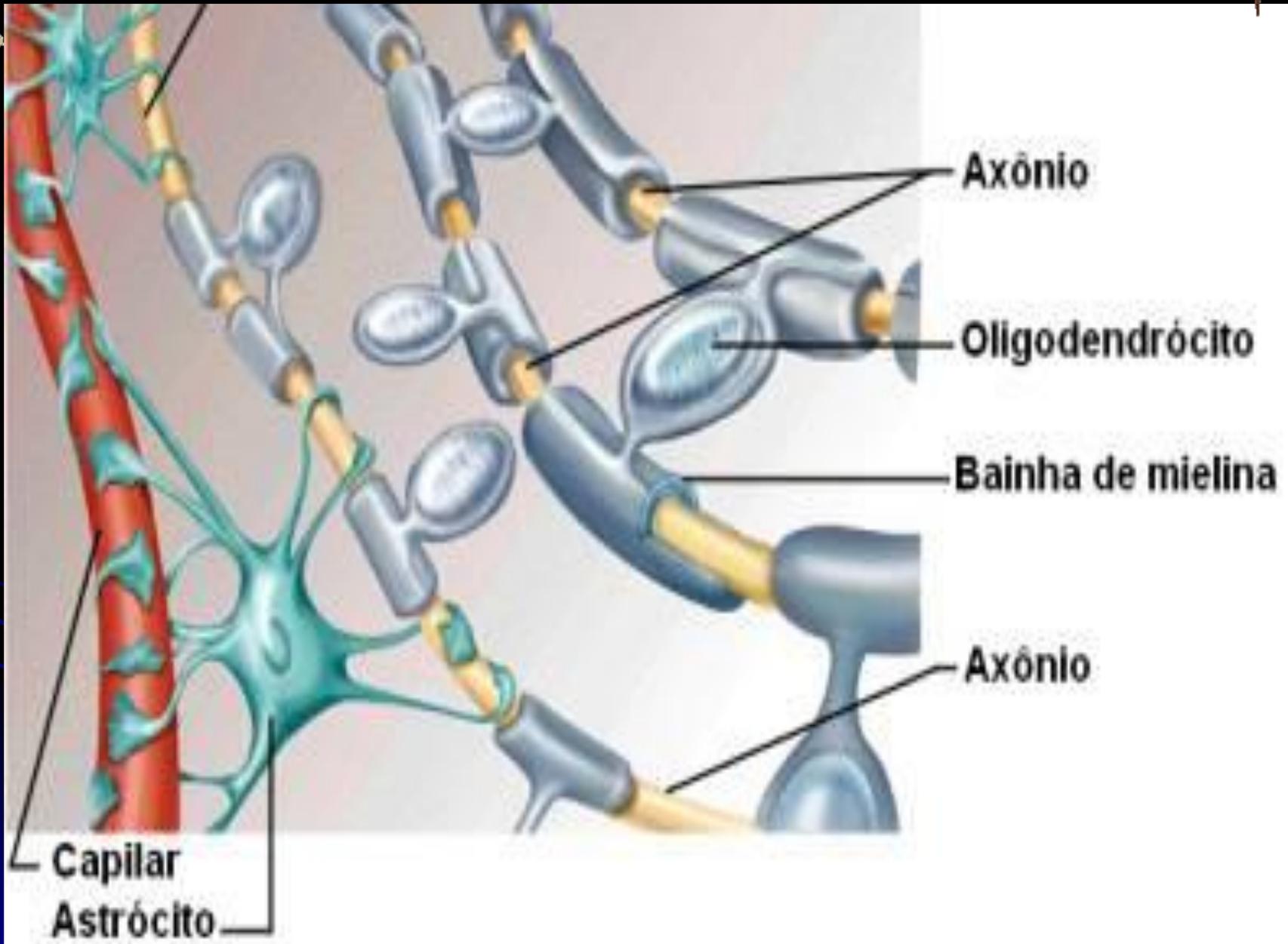


I.N.

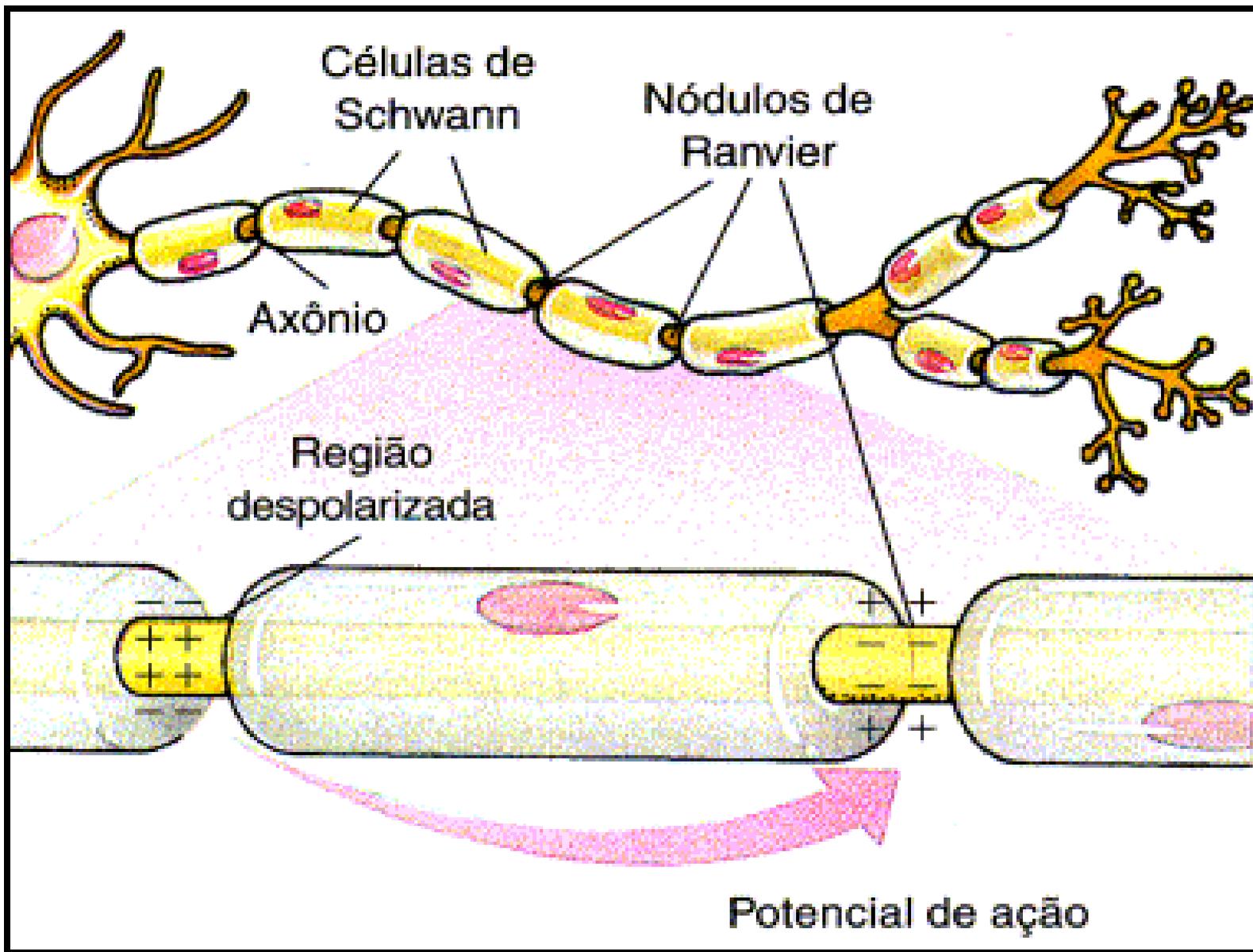
# TRANSPORTE DE SUBSTÂNCIAS



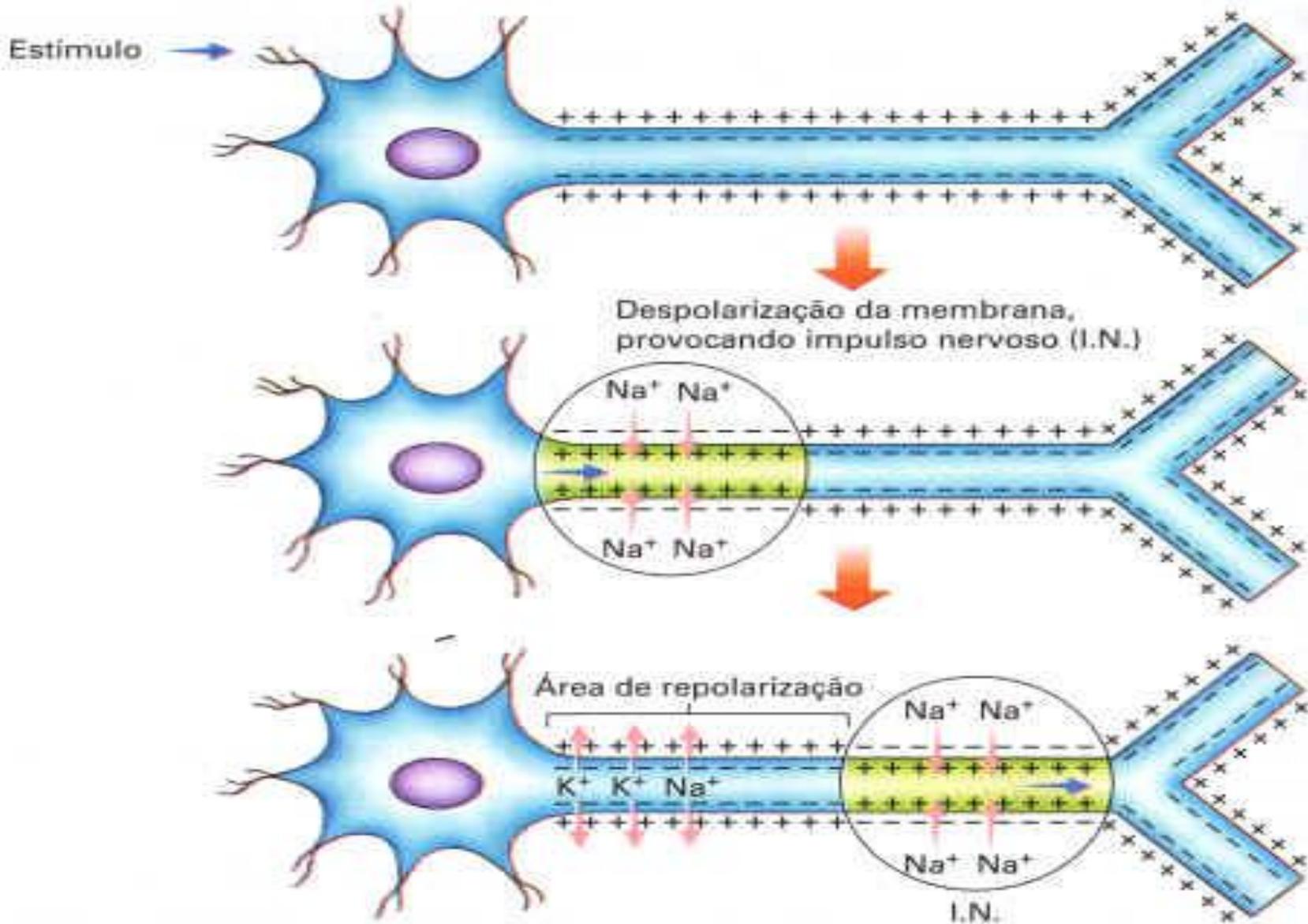
# FIBRAS MIELÍNICAS - SNC



# CONDUÇÃO SALTATÓRIA



# PA- FIBRA AMIELÍNICA

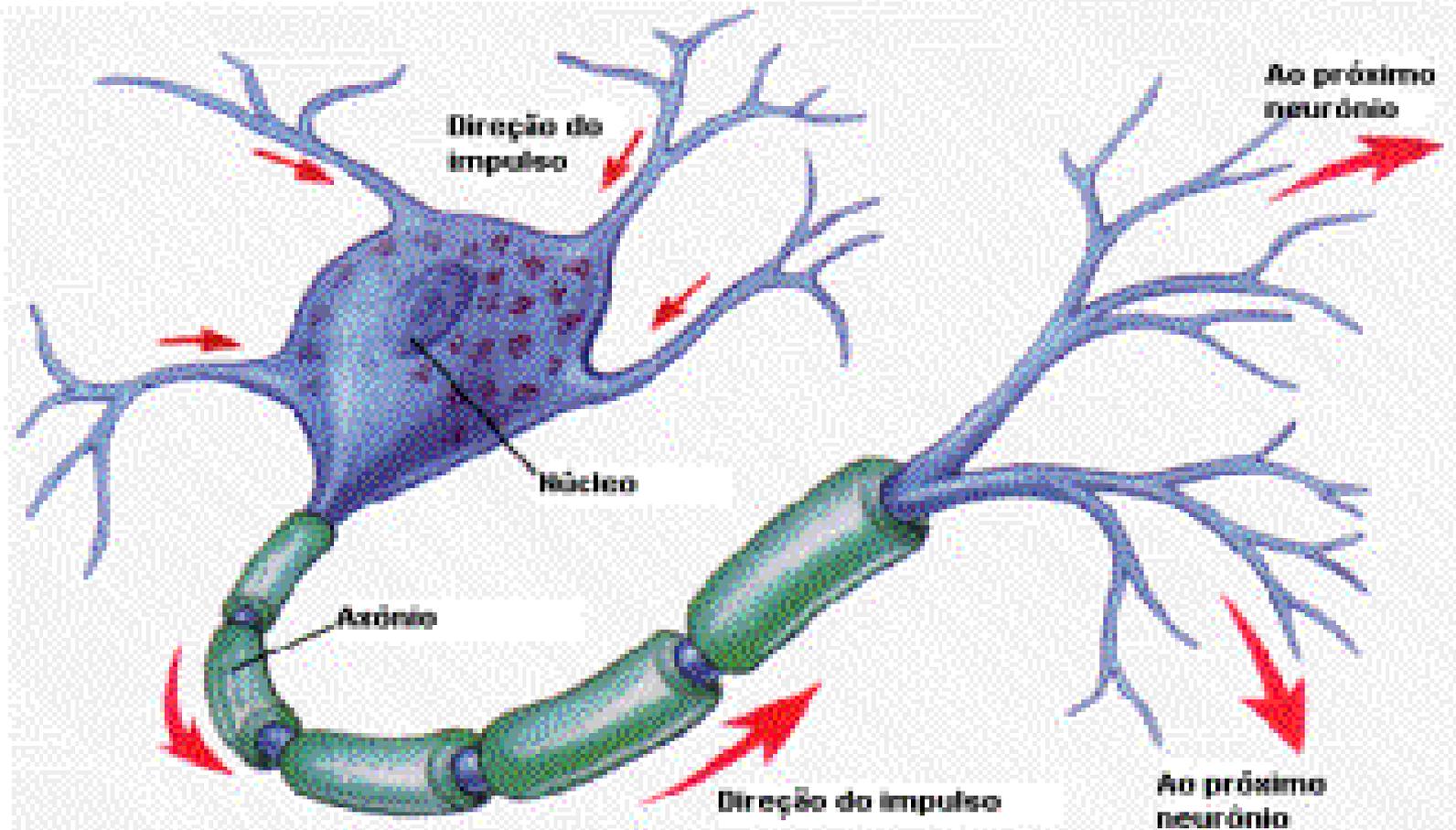


# NEURÔNIO

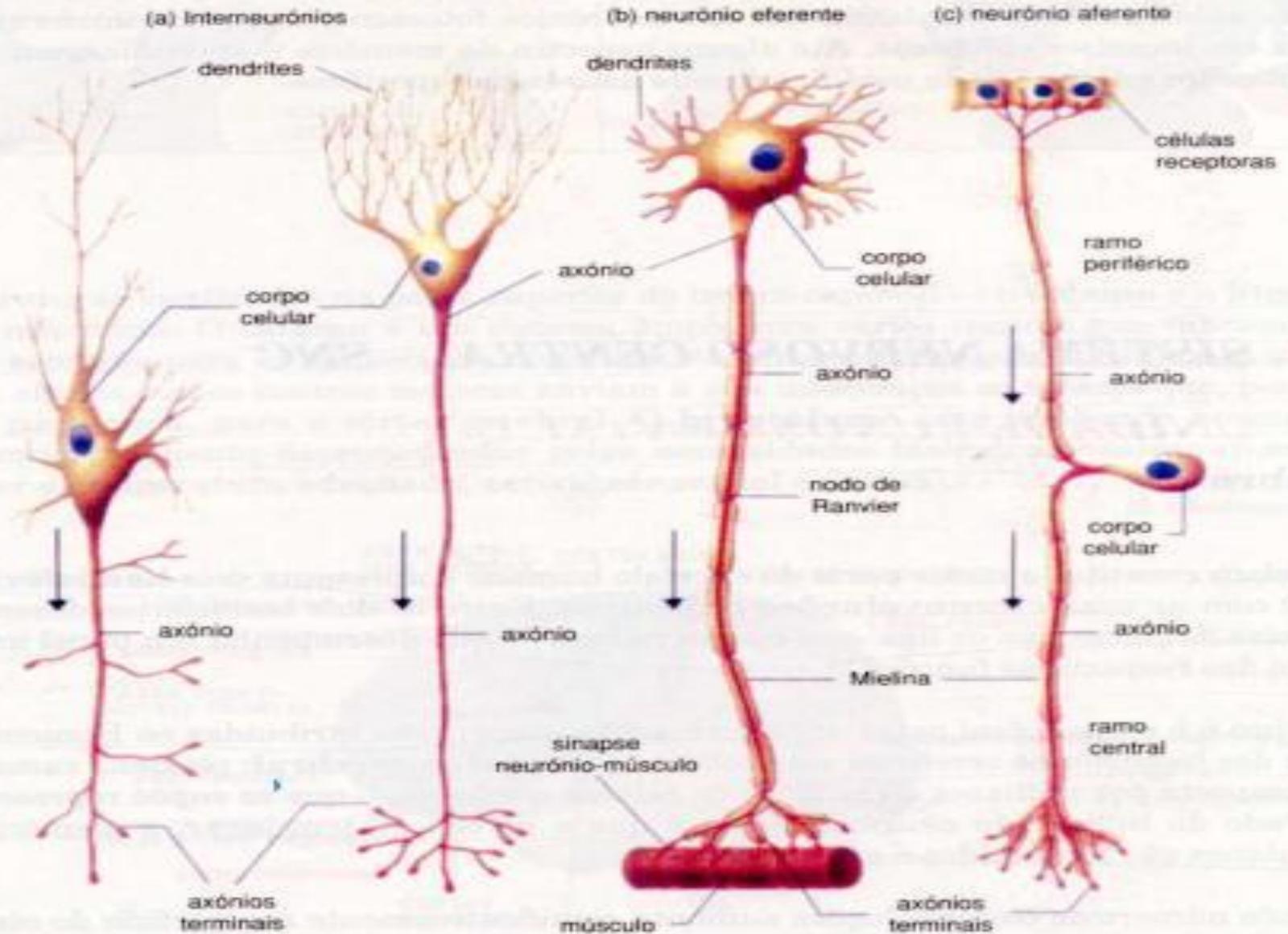


Brown & Benchmark: Introductory Psychology, Electronic Image Bank copyright © 1995 Times Mirror Higher Education Group, Inc.

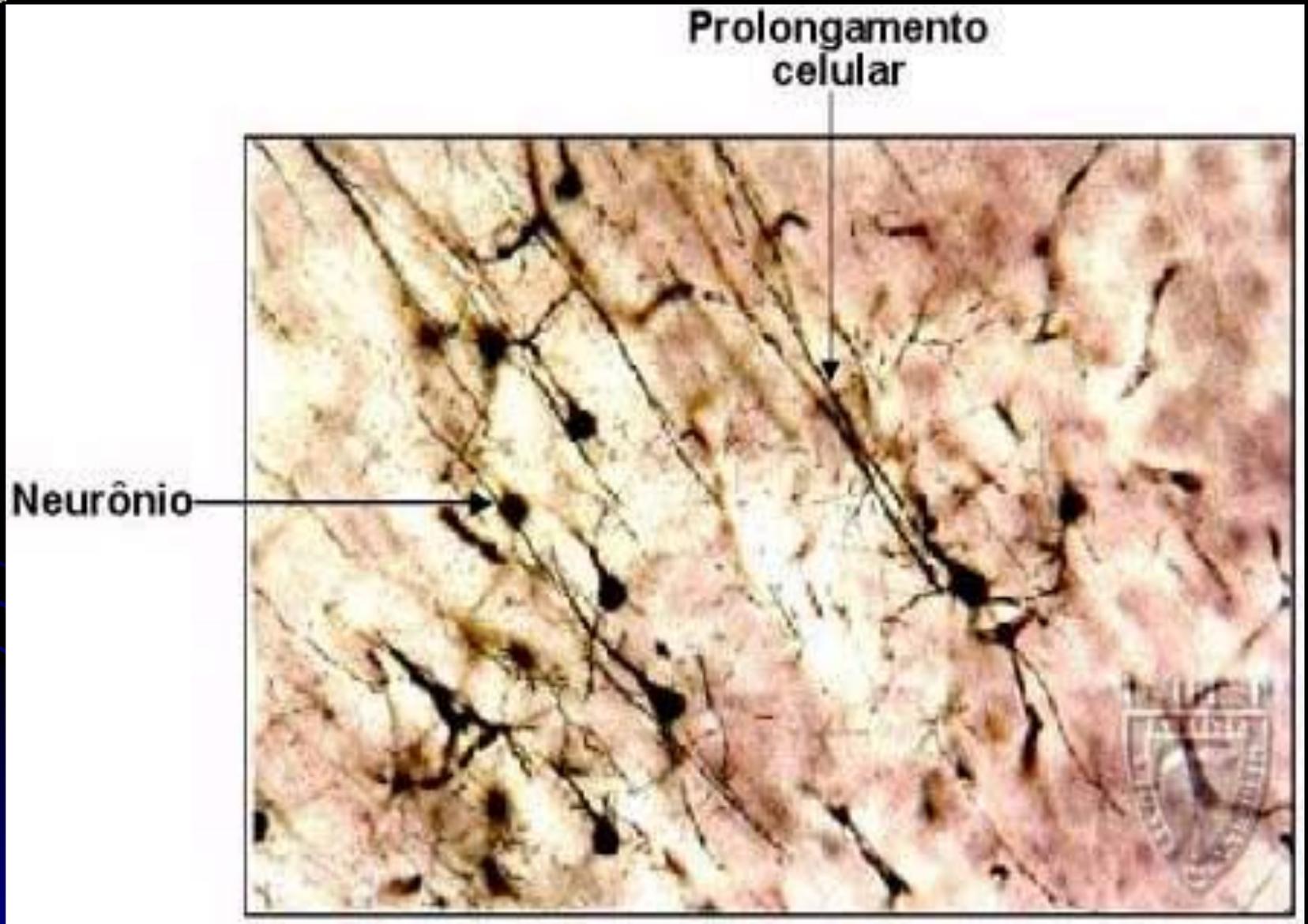
Diagrama de um neurônio



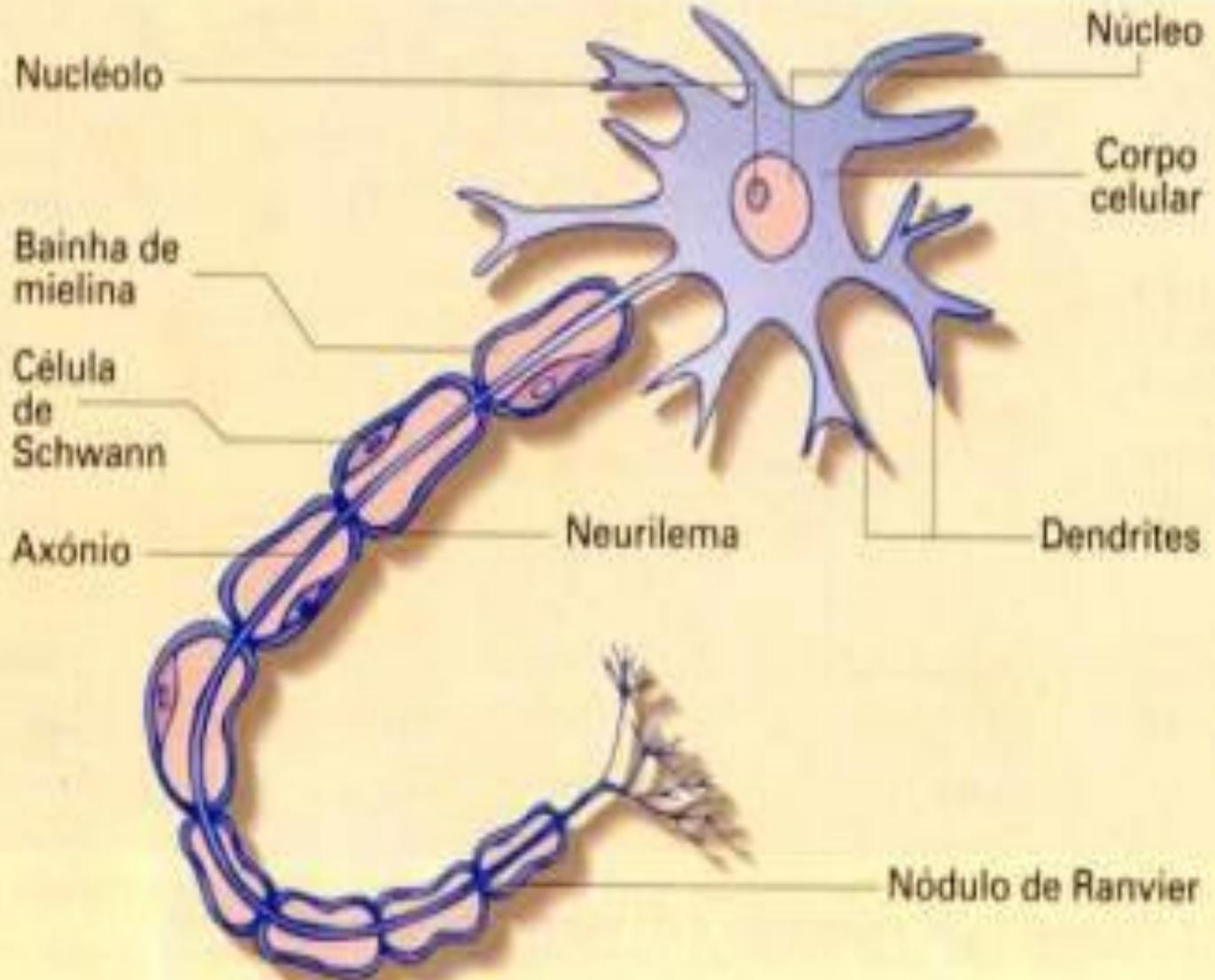
# NEURÔNIO – Classificação Segundo Função



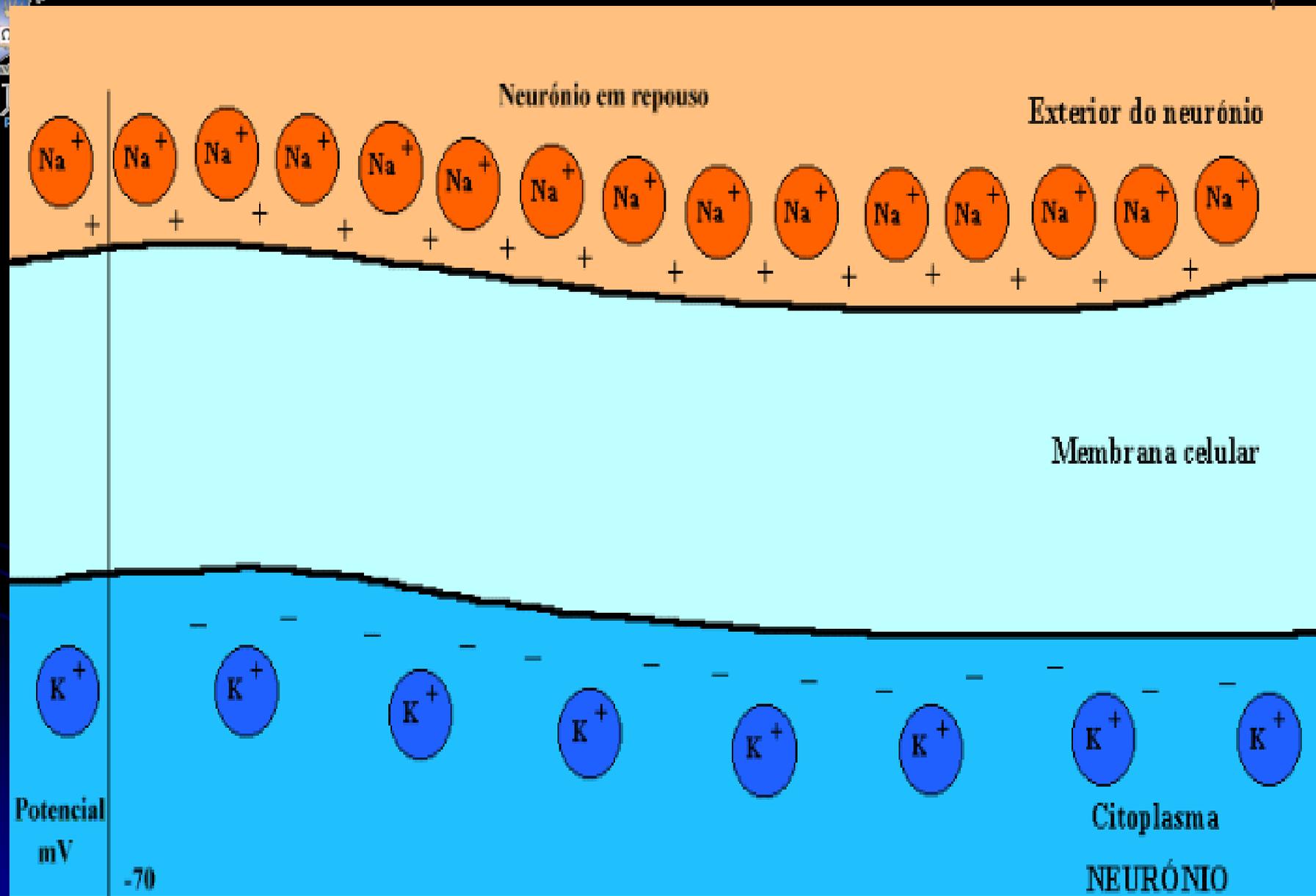
# NEURÔNIO



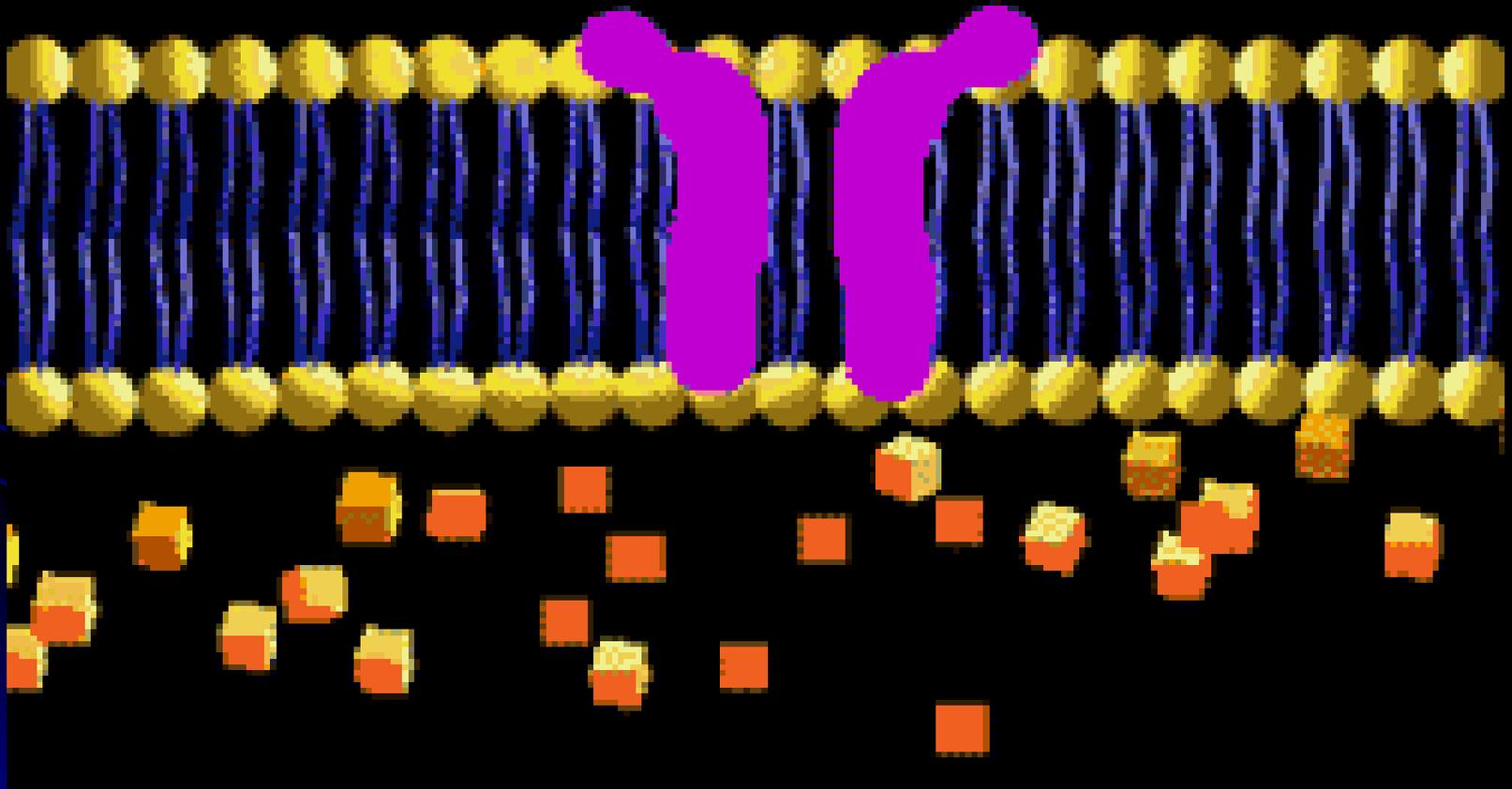
# NEURÔNIO



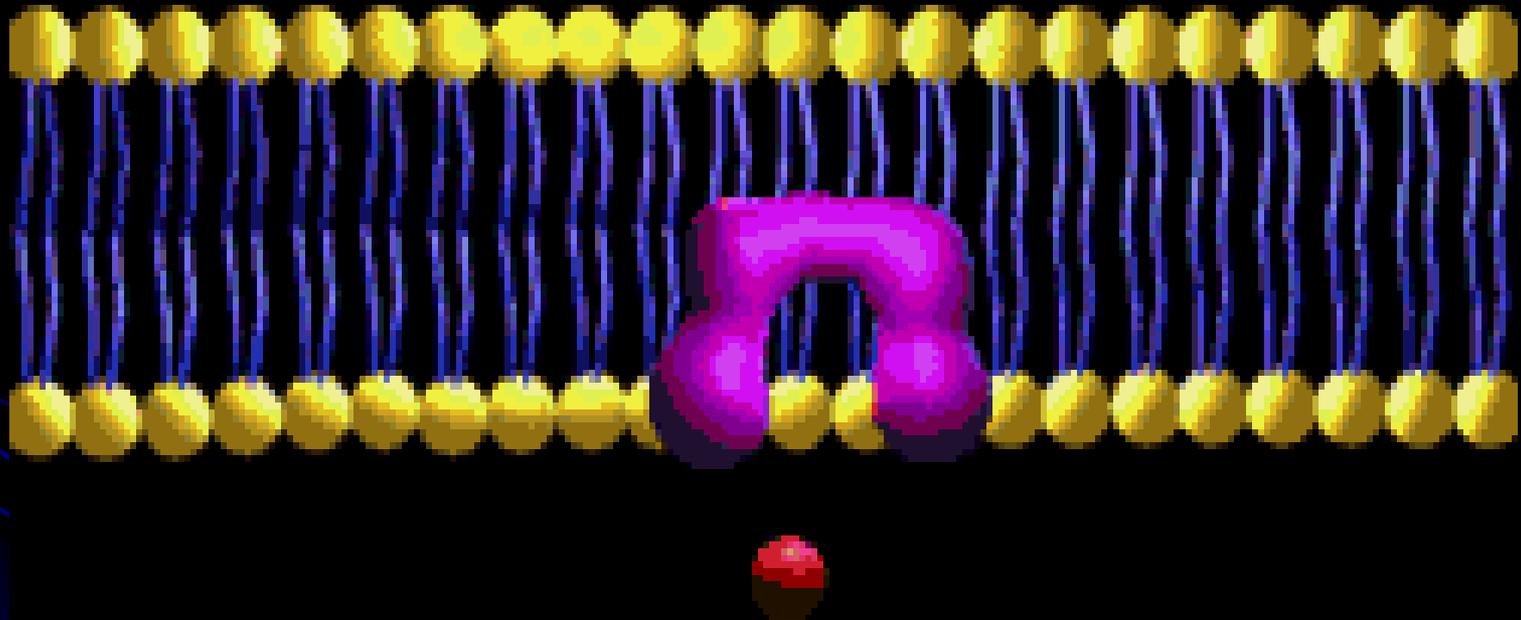
# PA - IMPULSO NERVOSO



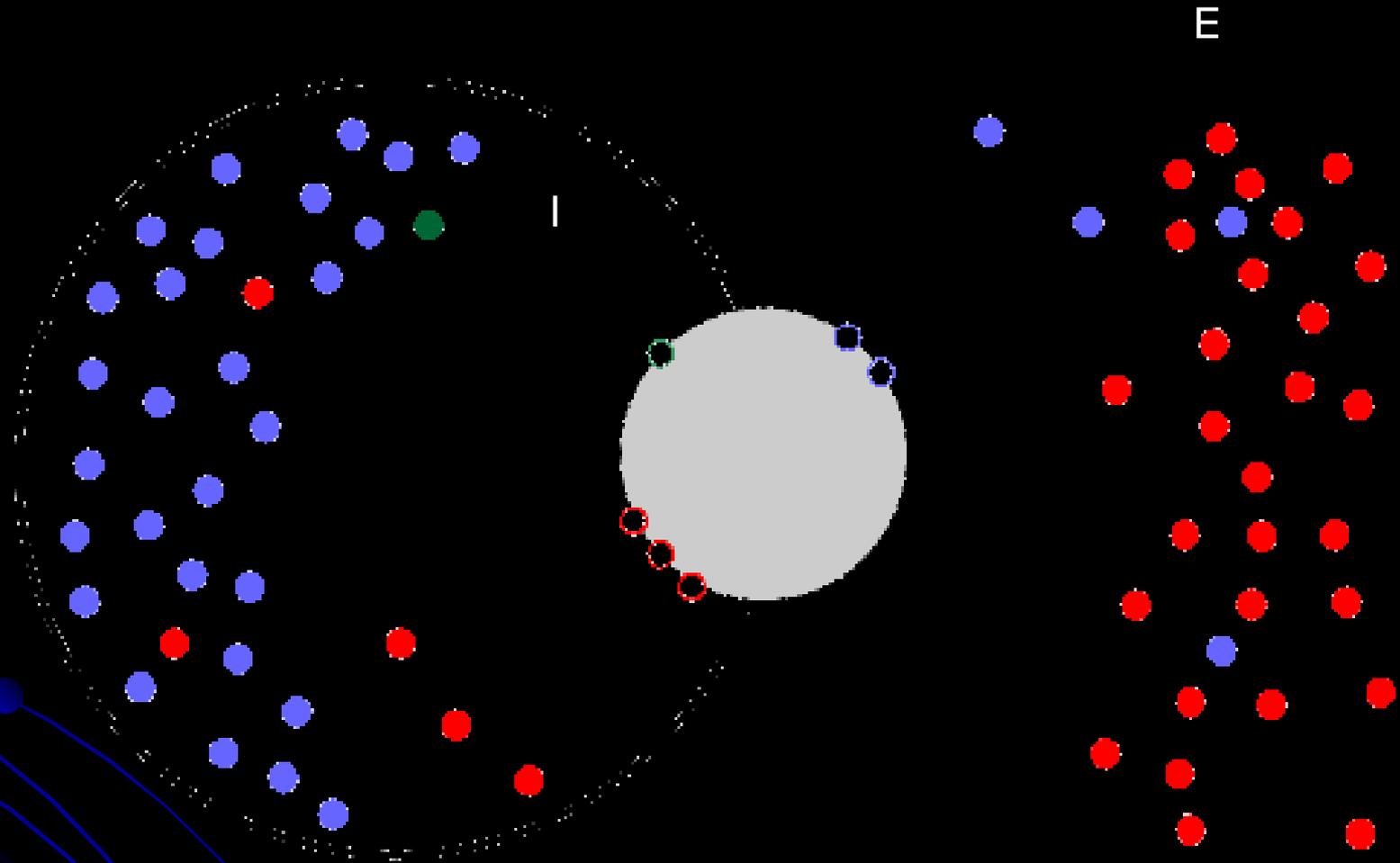
# DIFUSÃO SIMPLES



# DIFUSÃO FACILITADA



# BOMBA DE $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ ATPase



- $\text{Na}^+$
- $\text{K}^+$
- ATP
- ADP
- $\text{P}_i$

# Animação – Impulso nervoso



Aperte play

# Animação – Impulso nervoso

Aperte play