

BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Sistema Nervoso



- *Tipos celulares*
- *Potencial de ação*
- *Principais neurotransmissores*
- *Tipos de sinapses*

**Dra. Maria de Fátima
dos Santos Sampaio**



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

O Sistema Nervoso



Sistema mais complexo e sofisticado no universo.





O Sistema Nervoso

Funções



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

- **Detectar e transmitir estímulos** → **sensoriais**
- **Integrar e processar os estímulos recebidos**
- **Transmitir e enviar respostas** → **motoras**



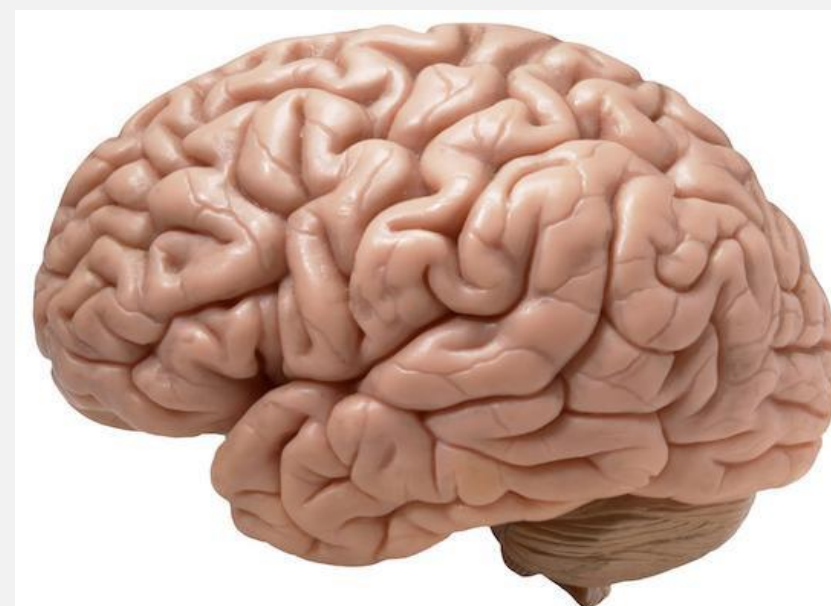
BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

O Sistema Nervoso

Funções



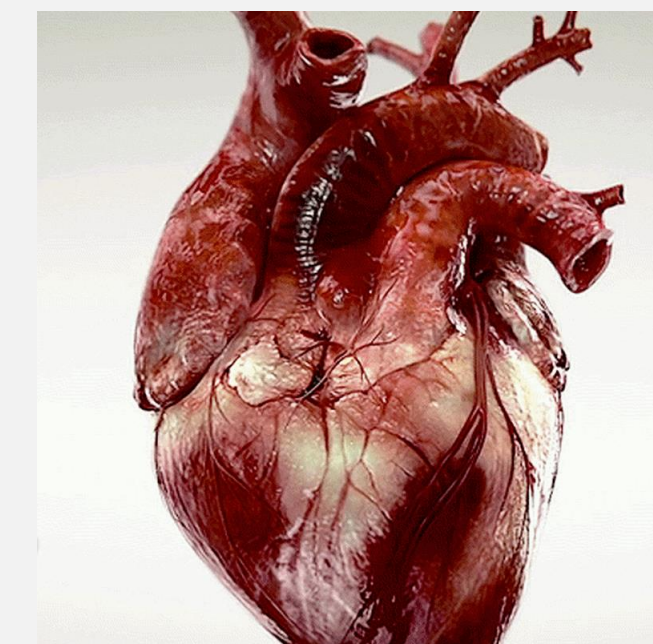
Informação



Interpretação

Adaptação às variações do meio! (interno e externo)

Resposta



(comportamento)



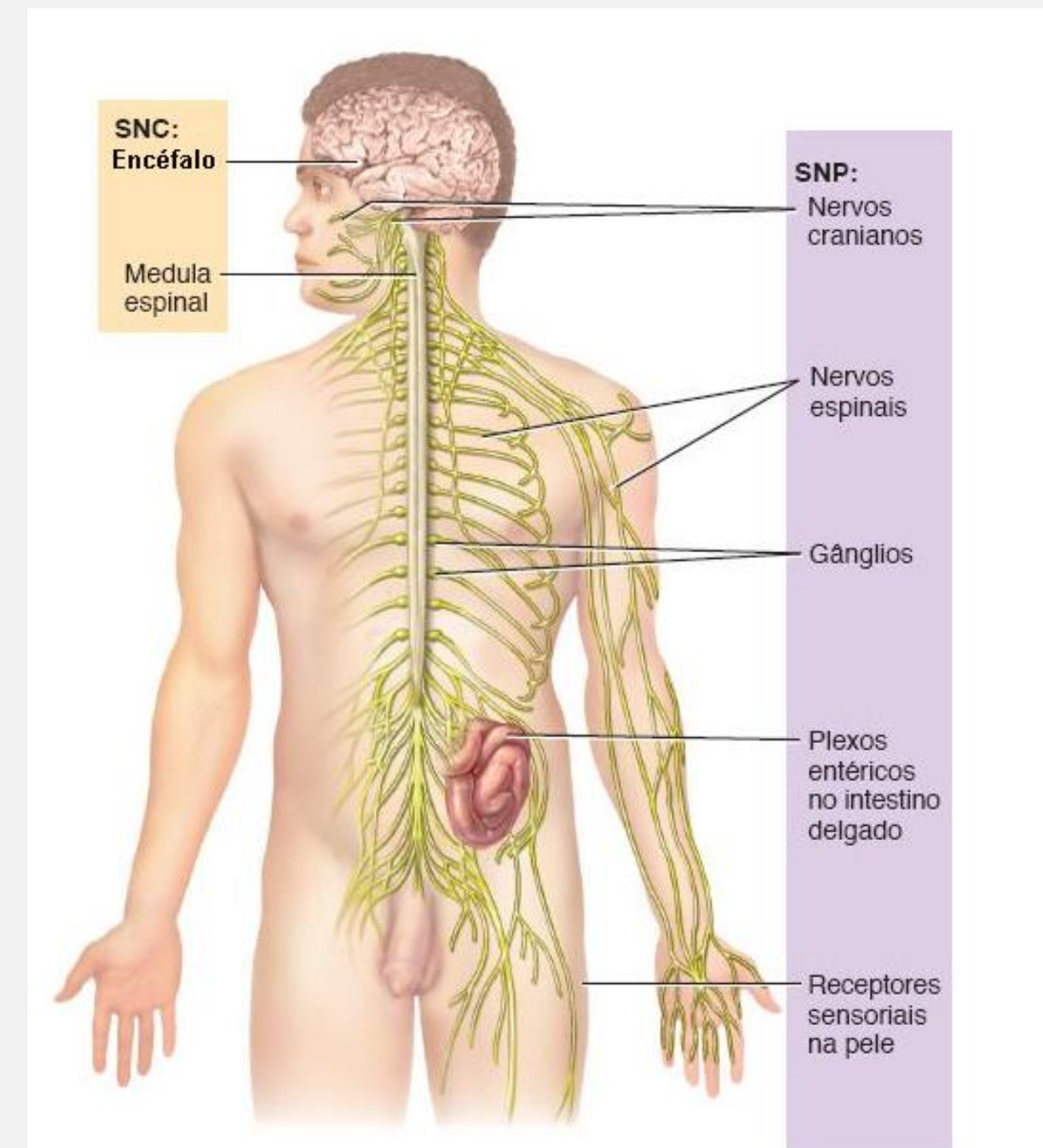


O Sistema Nervoso



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

- ✓ Capacidade de receber, transmitir, elaborar e armazenar informações.
- ✓ Reagem a estímulos
 - para outras partes da mesma célula
 - para outras células nervosas, para células musculares e para células glandulares



Tortora, G. J and Nielsen, M. T. (p. 573). 2017.



O Sistema Nervoso

Histórico



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Final do século XIX

O Sistema nervoso contém unidades independentes (os neurônios) separadas entre si por espaços especializados (as sinapses)

Neurônios são células especializadas em se comunicarem com outras células



Composição Celular do Sistema Nervoso



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Neurônios:

- responsáveis pela propagação do impulso nervoso
- são regulados/nutridos por um grupo de células (células da glia)

Células da glia/neuroglia:

- astrócitos
- oligodendrócitos
- microglia
- células de Schwann
- células ependimárias
- células satélites



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP



Neurônios

- ✓ Responsáveis pela maioria das funções exclusivas do SN
- ✓ Conduzir/ receber impulsos elétricos e transmitir essas informações ao S.N.
(responsável pela percepção das variações do ambiente);



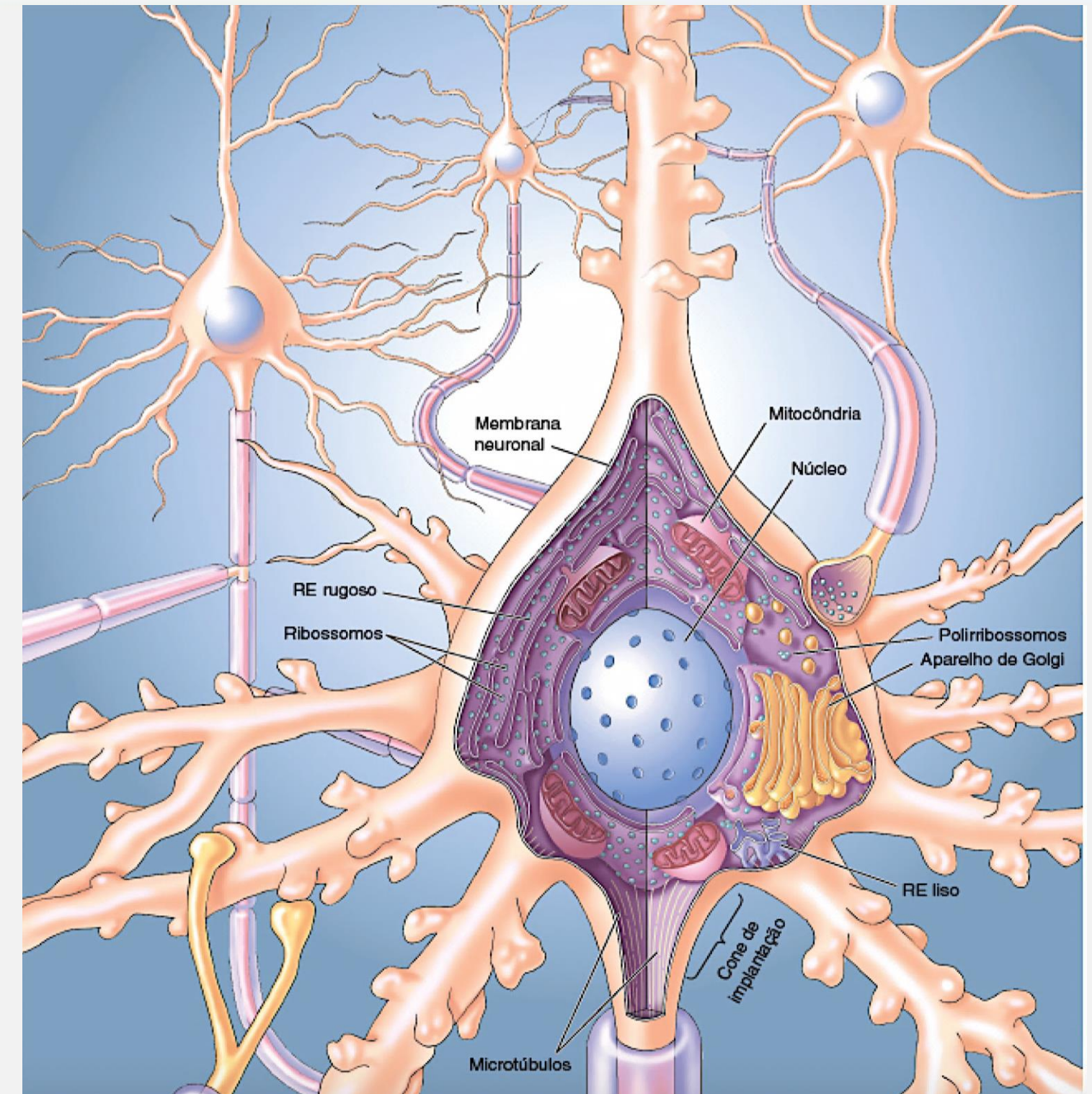


Neurônio



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

- ✓ O número de neurônios do sistema nervoso é da ordem de 86 bilhões
- ✓ Sinalização elétrica em longas distâncias
- ✓ Variação de tamanho e forma



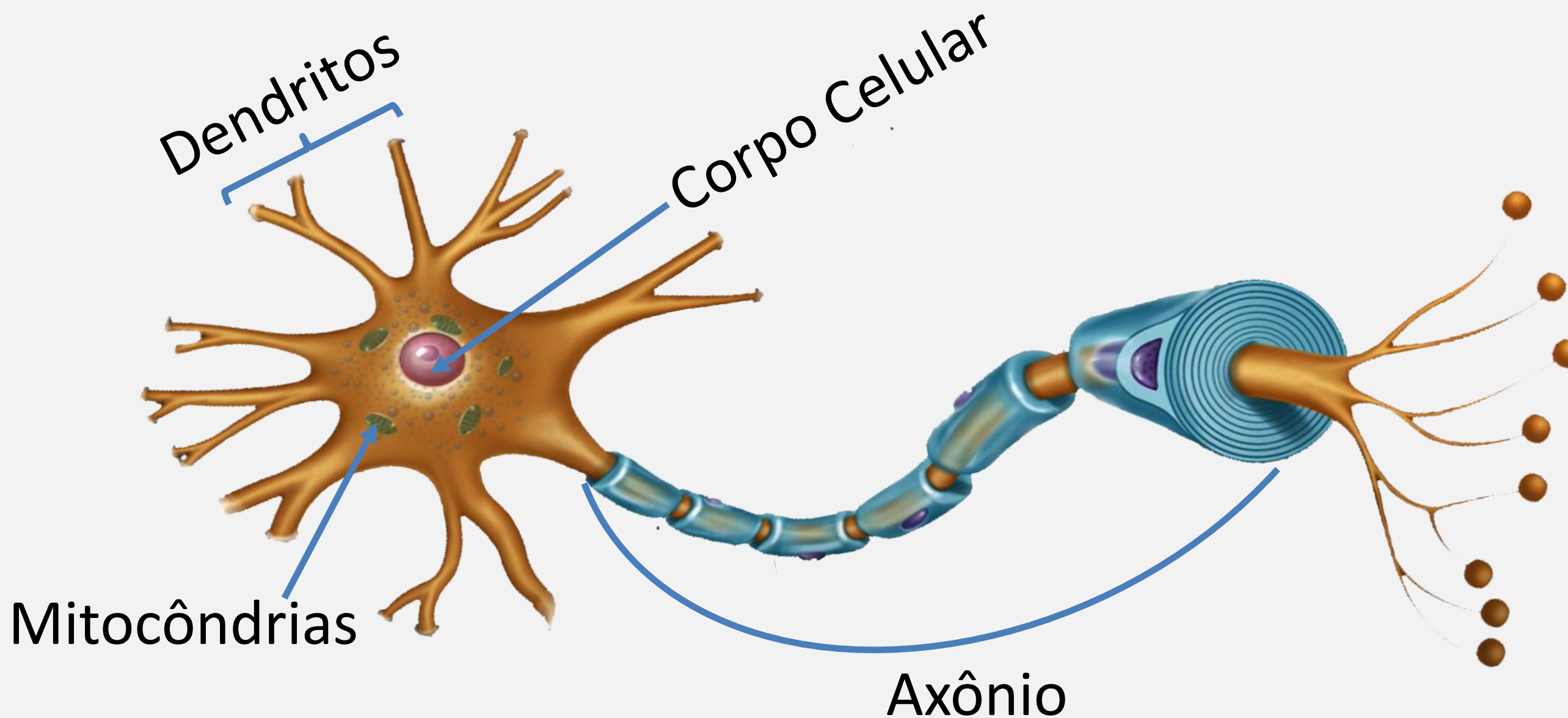


BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP



Neurônio

A unidade funcional básica do Sistema Nervoso



<https://www.youtube.com/watch?v=O2kuU2mZzeU>



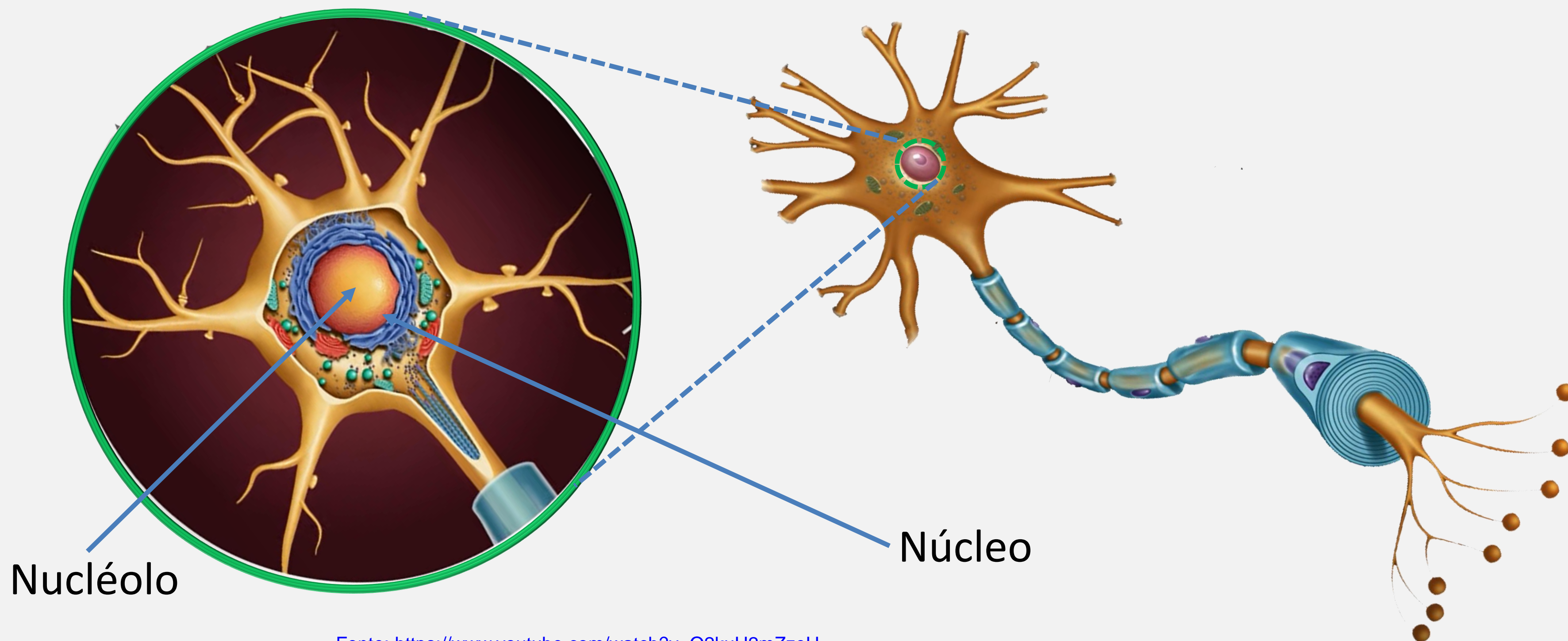
Neurônio

corpo celular - Soma



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=O2kuU2mZzeU>



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Neurônio

corpo celular - Soma



- ✓ O corpo celular é a região do neurônio dilatada que contém o núcleo.
- ✓ O corpo celular é o centro de funções metabólicas e de integração do neurônio
 - ✓ O citoplasma contém o **aparelho de Golgi** e **retículo endoplasmático**, neurofilamentos, mitocôndrias e lisossomas.

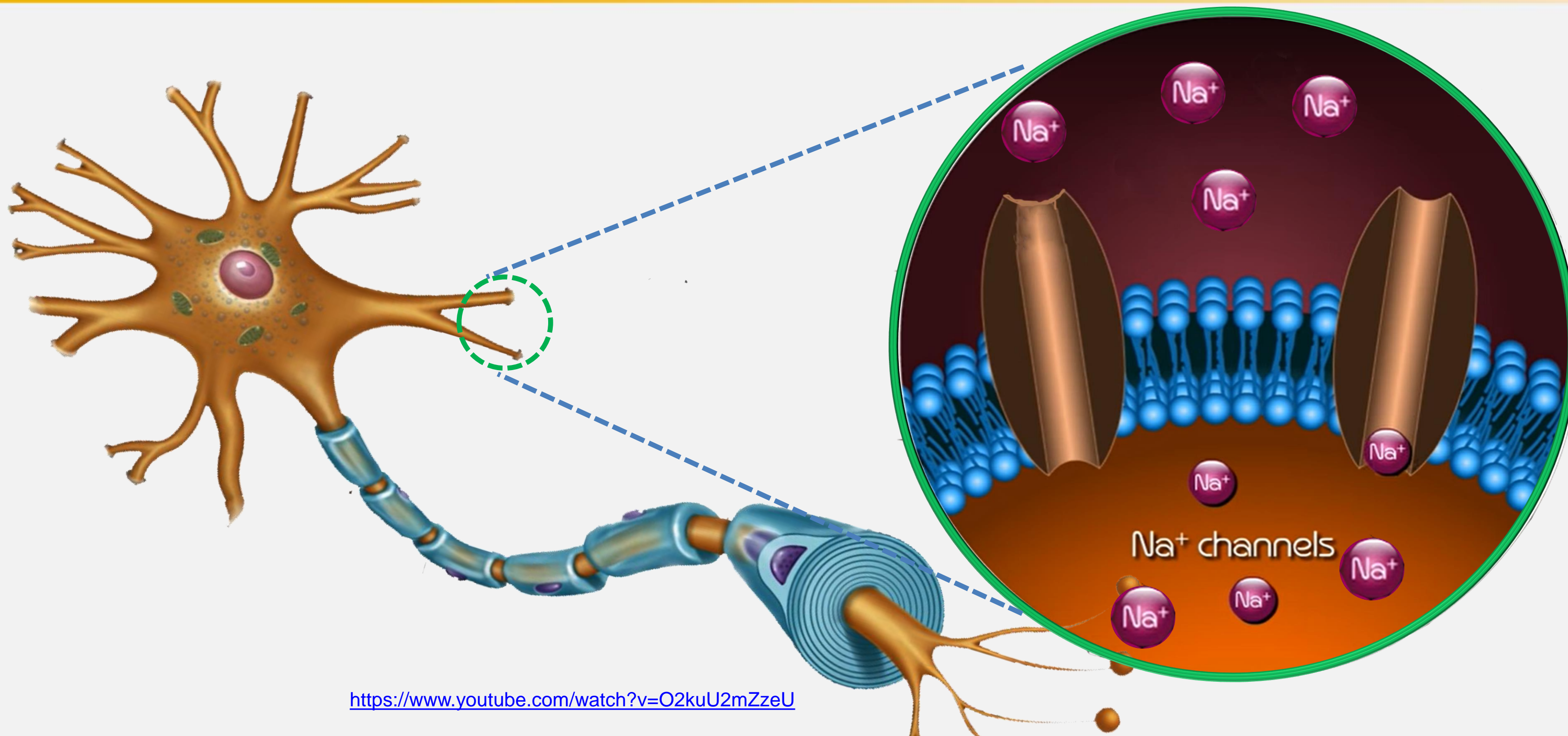


Neurônio – dendritos



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



<https://www.youtube.com/watch?v=O2kuU2mZzeU>



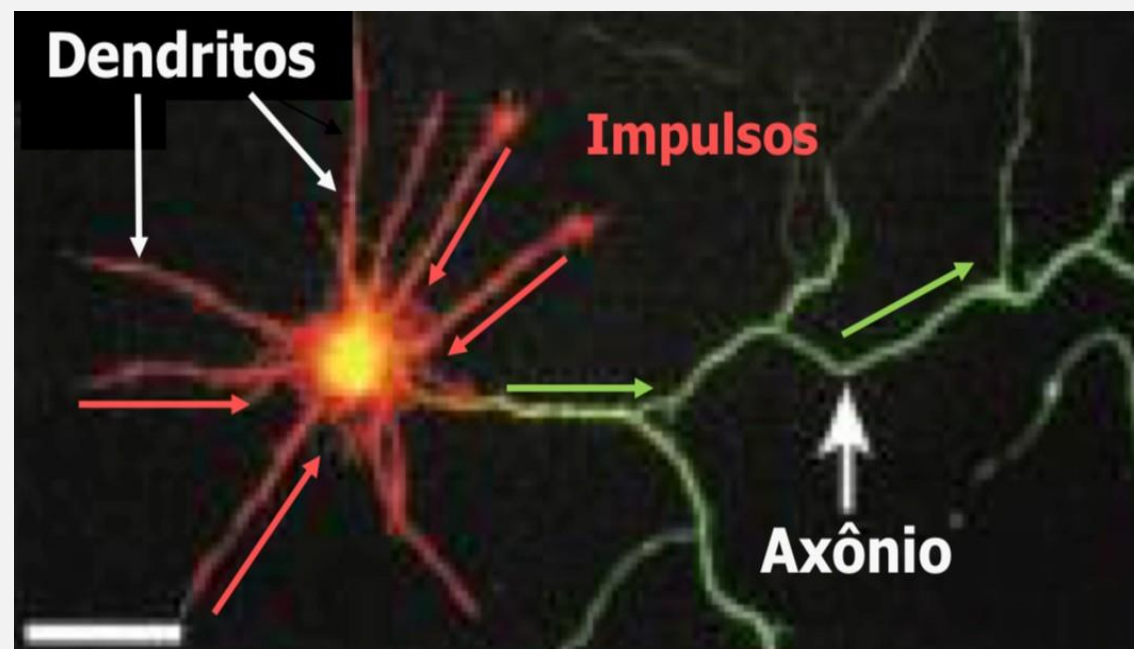
BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP



Neurônio - dendritos

- ✓ **Conduzem impulsos para o corpo celular**

A maioria das células nervosas possui numerosos dendritos, os quais aumentam consideravelmente a superfície celular, tornando possível o contato com numerosos telodendros de outras células.



https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3495711/mod_resource/content/0/Tecido%20Nervoso2017.pdf

Stowell and Craig 1999 Neuron 22:525-536,

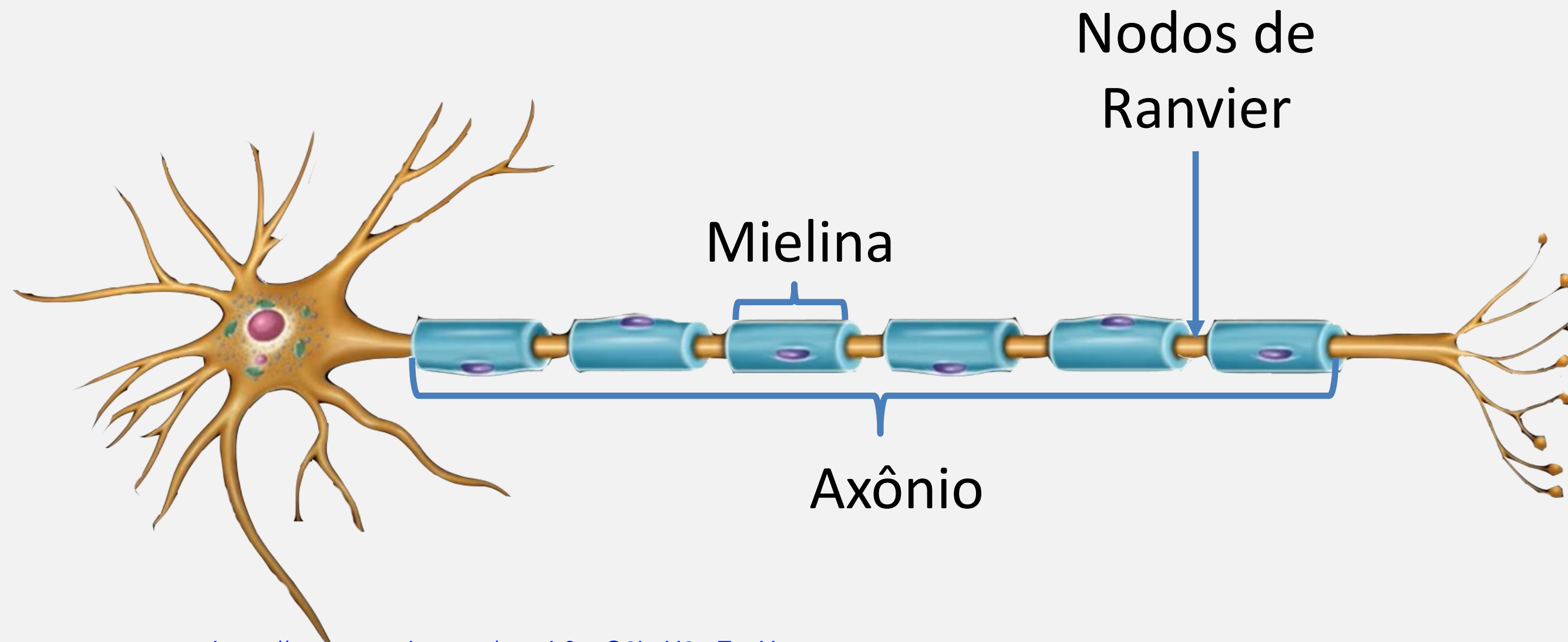


Neurônio - axônio



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Prolongamentos que conduzem os impulsos a partir do corpo celular



<https://www.youtube.com/watch?v=O2kuU2mZzeU>

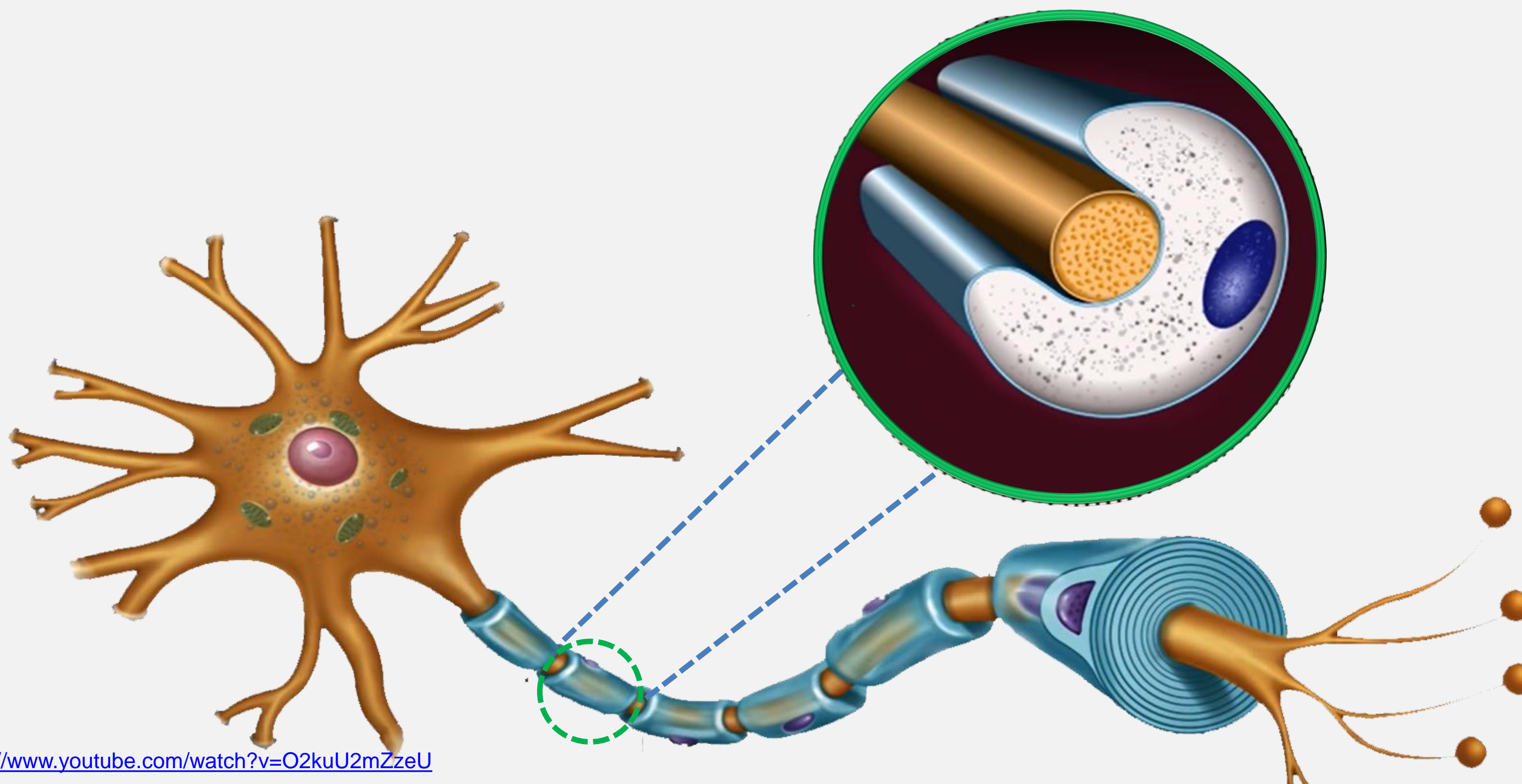


Neurônio – axônio



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP





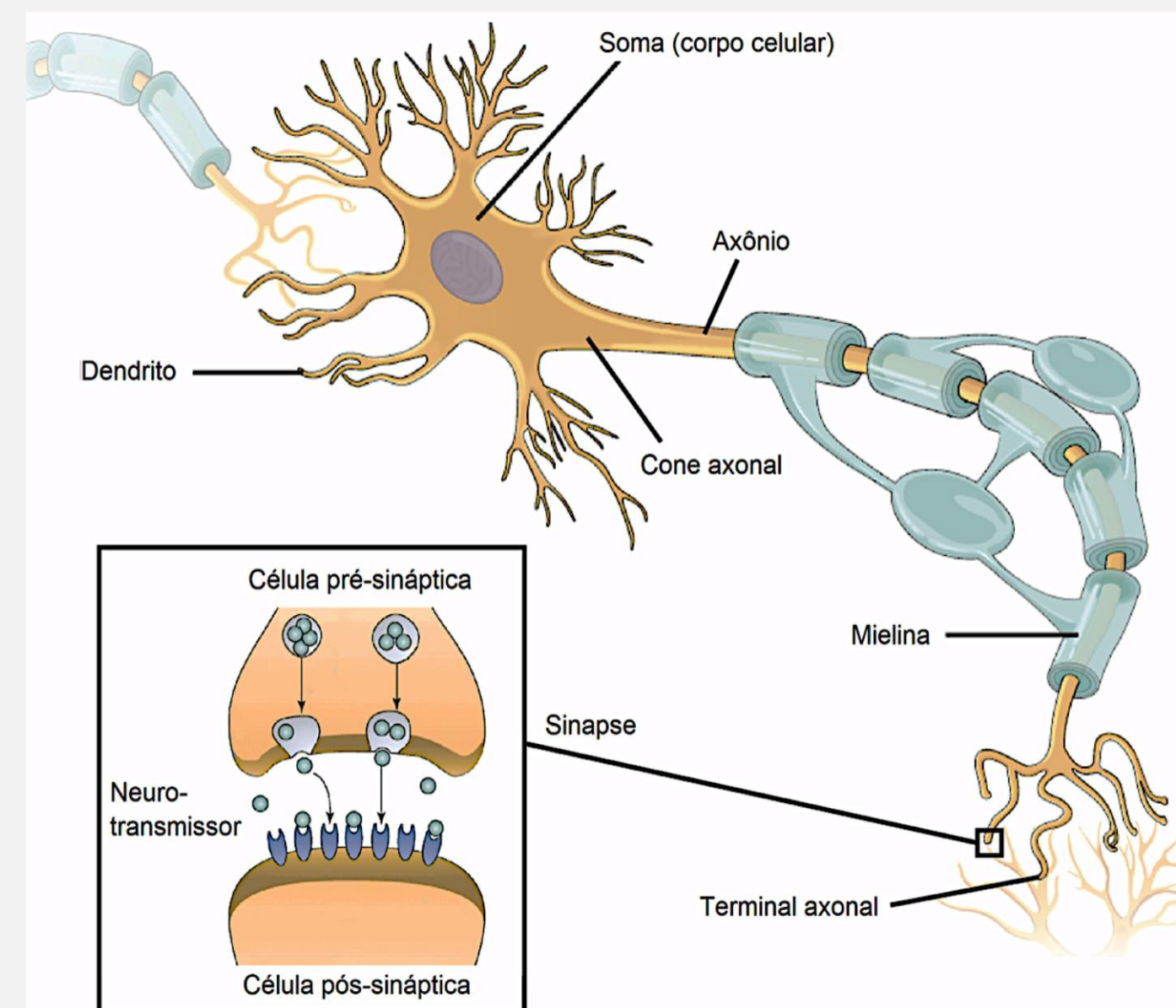
BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



Neurônio - axônio

- ✓ Os neurônios geralmente possuem apenas
 - ✓ um axônio.
- ✓ Pode percorrer longas distâncias para se comunicar com outros neurônios.
- ✓ Possui um citoesqueleto cujos elementos são decisivos para sua funcionalidade

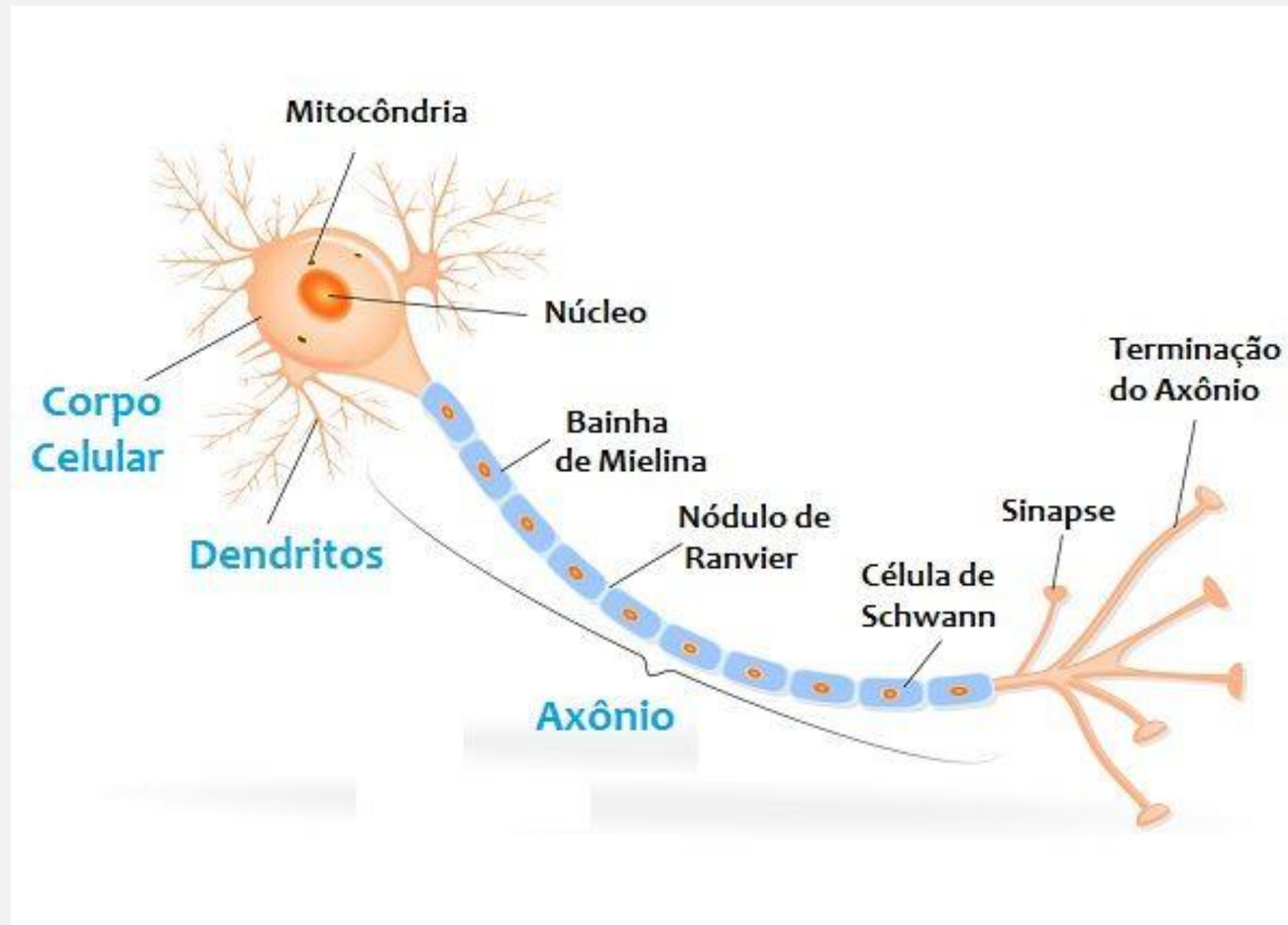




Neurônio



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP



<https://www.todamateria.com.br/neuronios/>



Tipos de Neurônios

Baseados no número de dendritos ou a forma

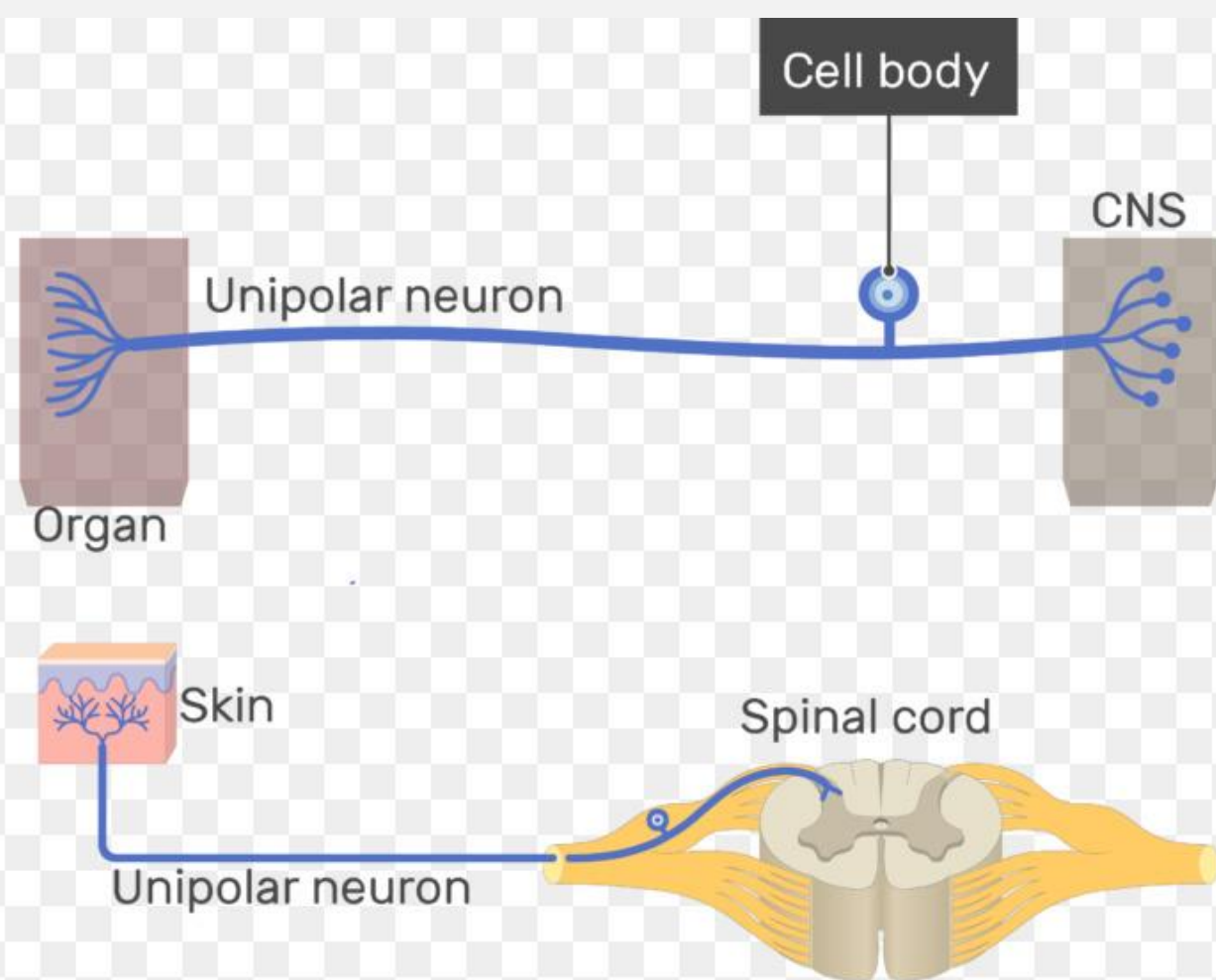


BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

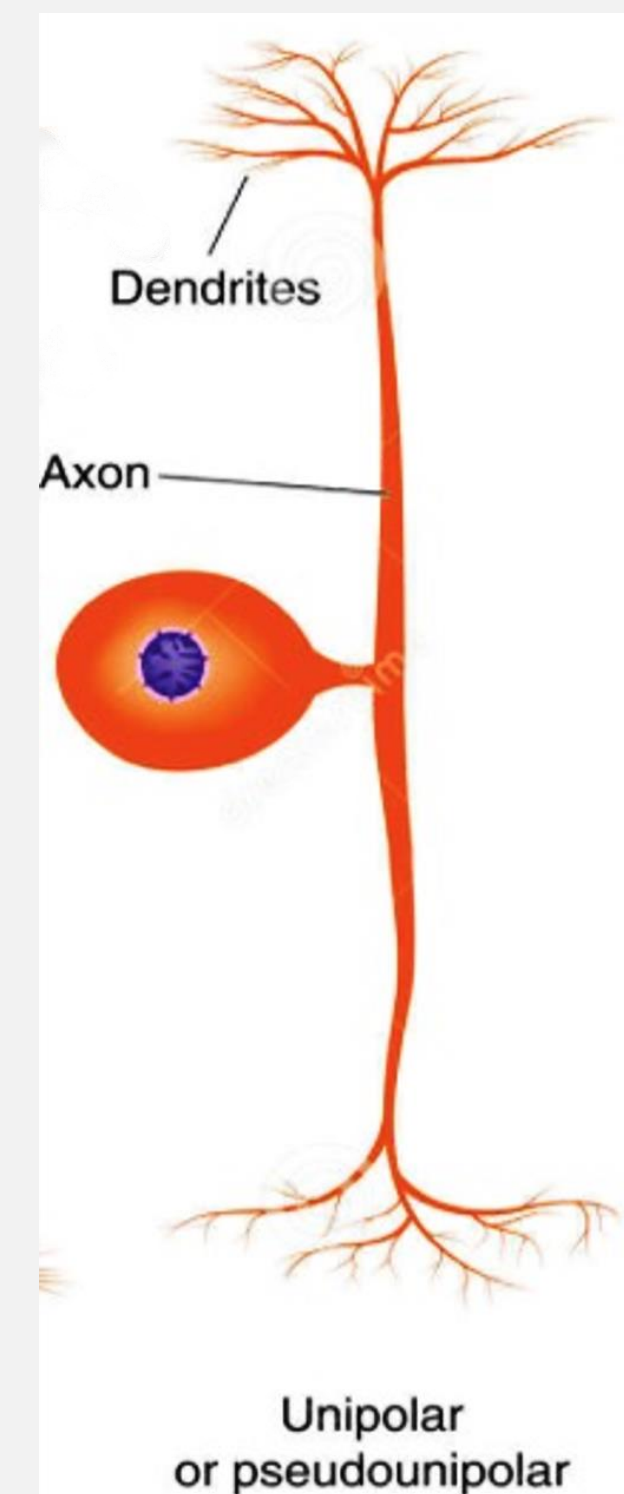
Neurônios unipolares: tipos mais comuns de neurônios.

Usualmente longos (até 1 metro).

São divididos em uma porção periférica longa e uma porção central mais curta.



Além dos sentidos de dor e toque, eles também carregam informações sobre temperatura, gosto, percepção espacial, e atividade visceral.





Tipos de Neurônios

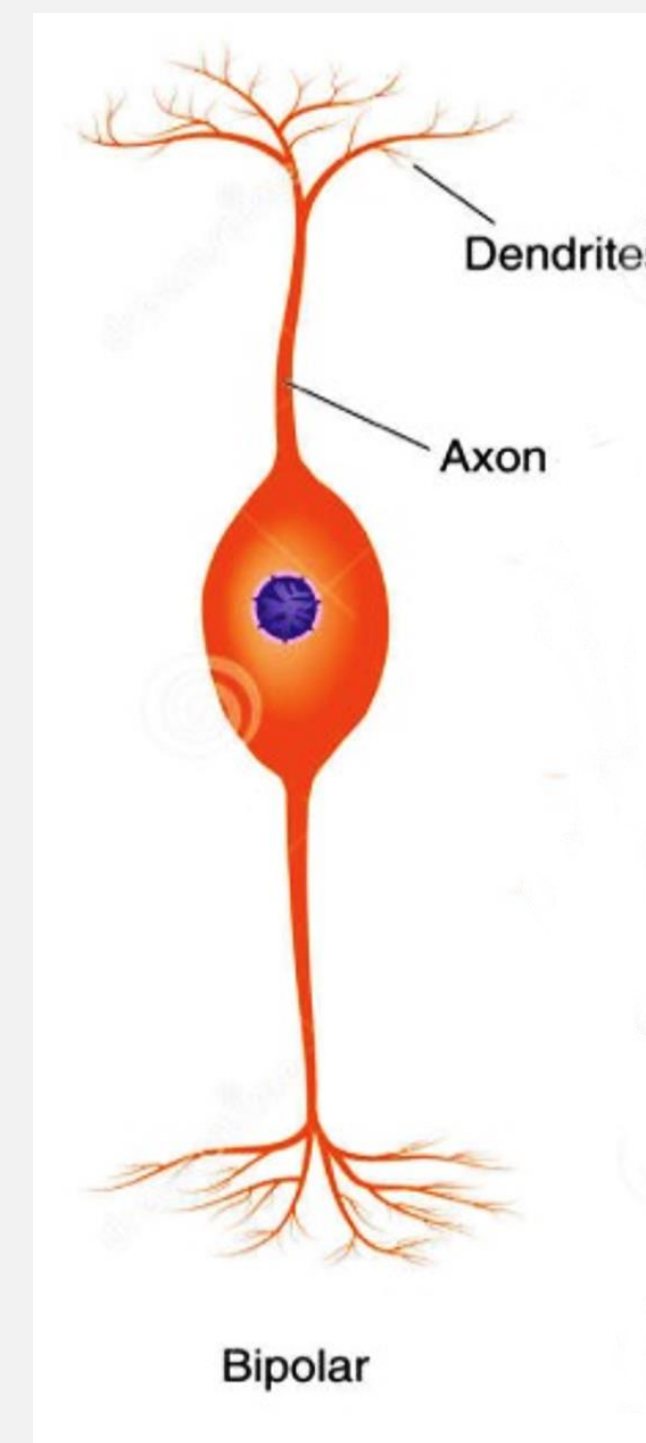
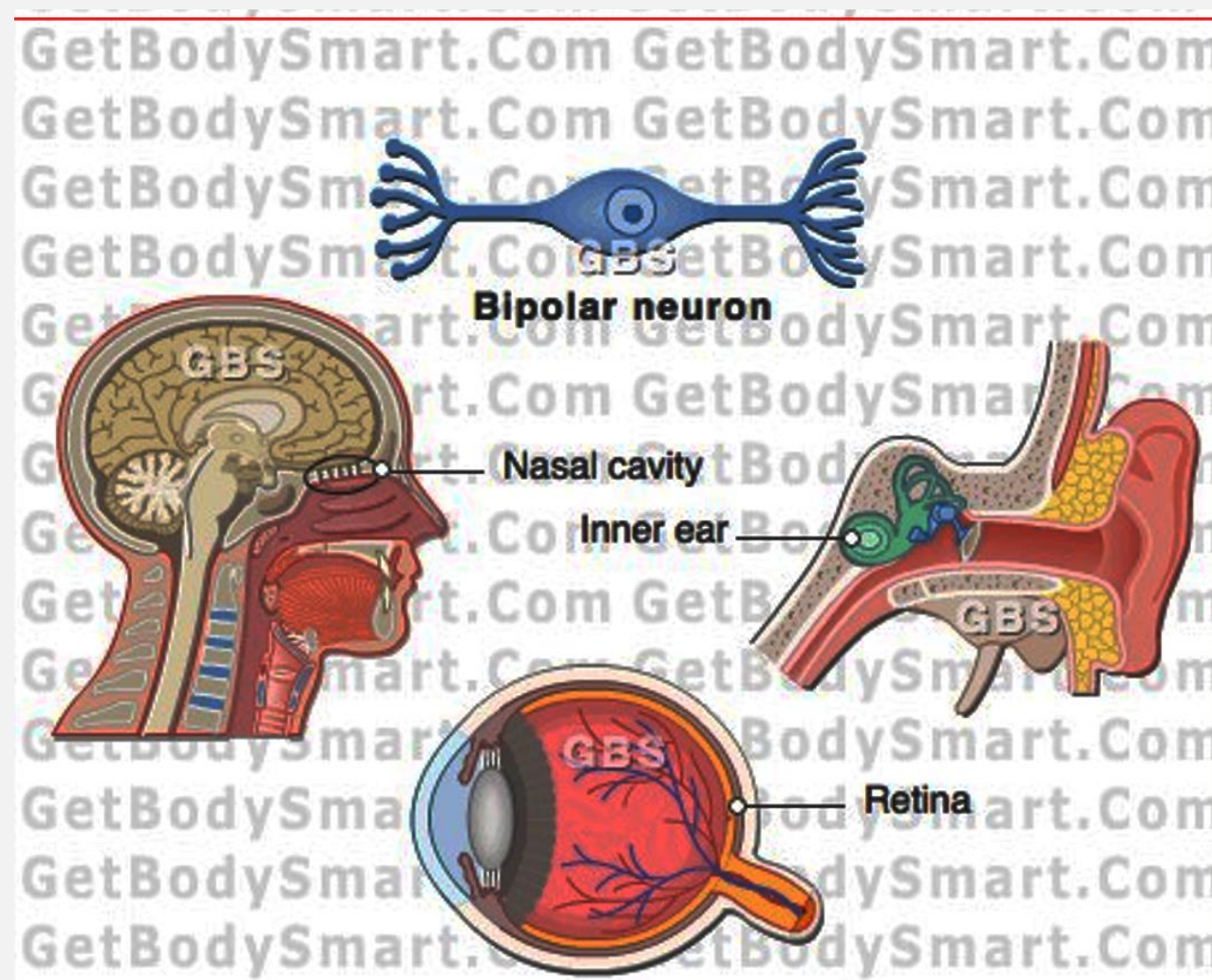
Baseados no número de dendritos ou a forma



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Neurônios bipolares: um axônio e um dendrito.

Encontrados na retina do olho, cavidade nasal, ouvido interno.





Tipos de Neurônios

Baseados no número de dendritos ou a forma

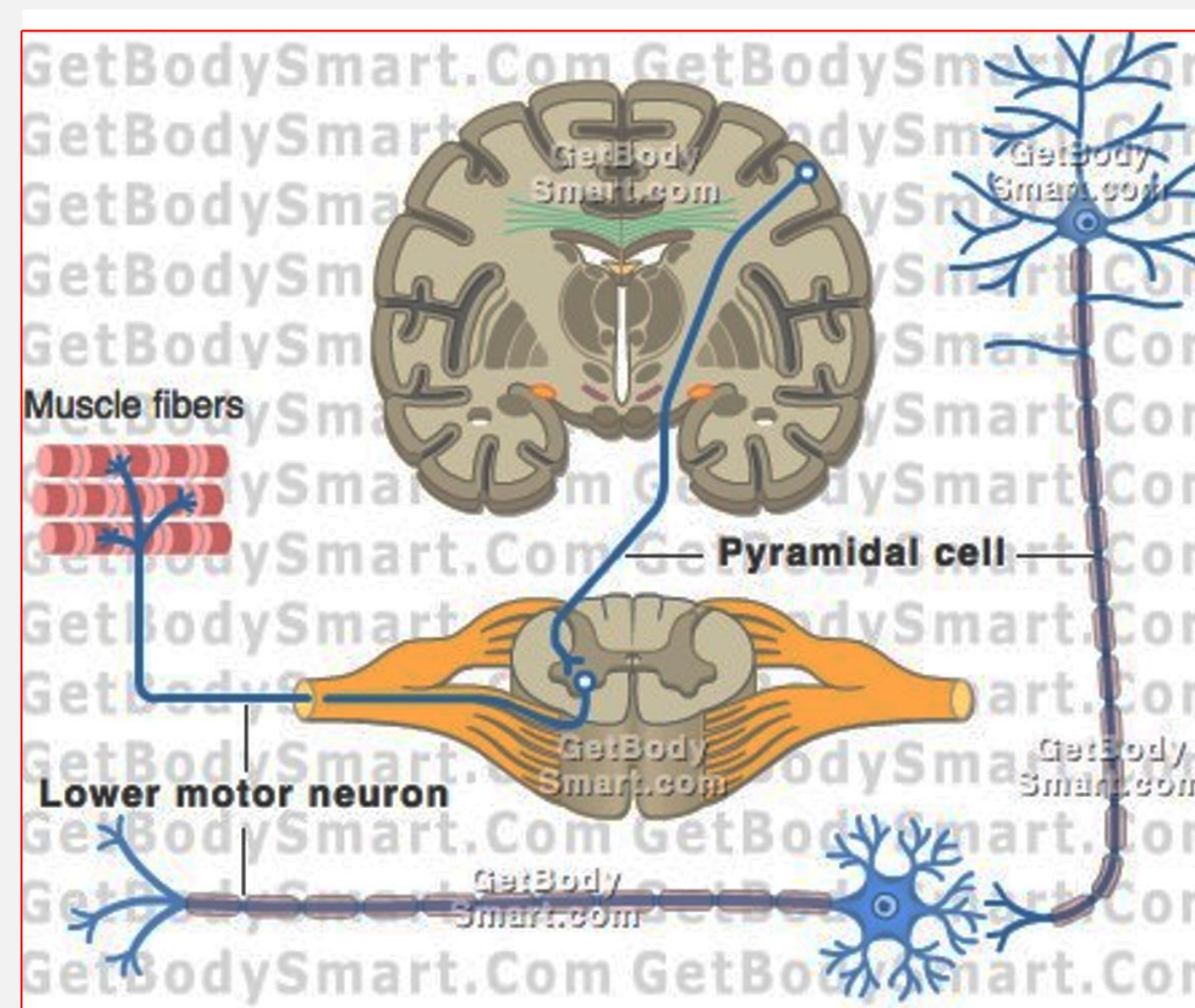
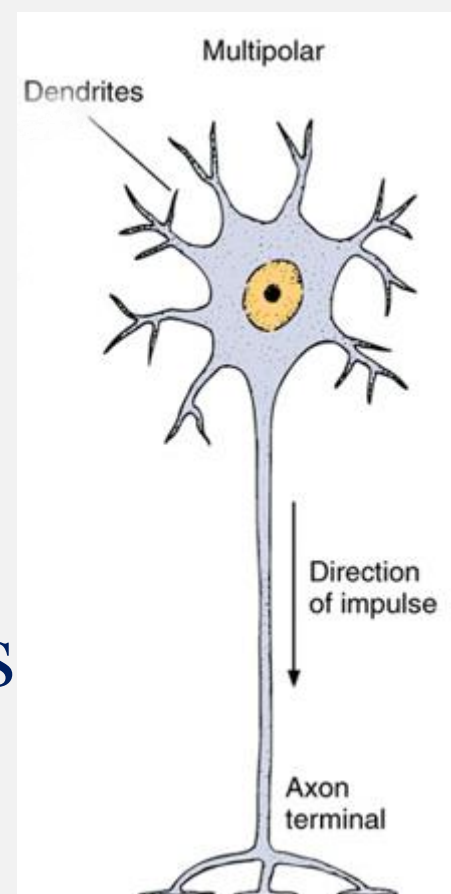


BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Neurônios multipolares: um axônio e vários dendritos.

Associados ao controle dos movimentos corporais.

Conduzem ações potenciais do córtex do cérebro para a medula espinal e desta para os complexos musculares.





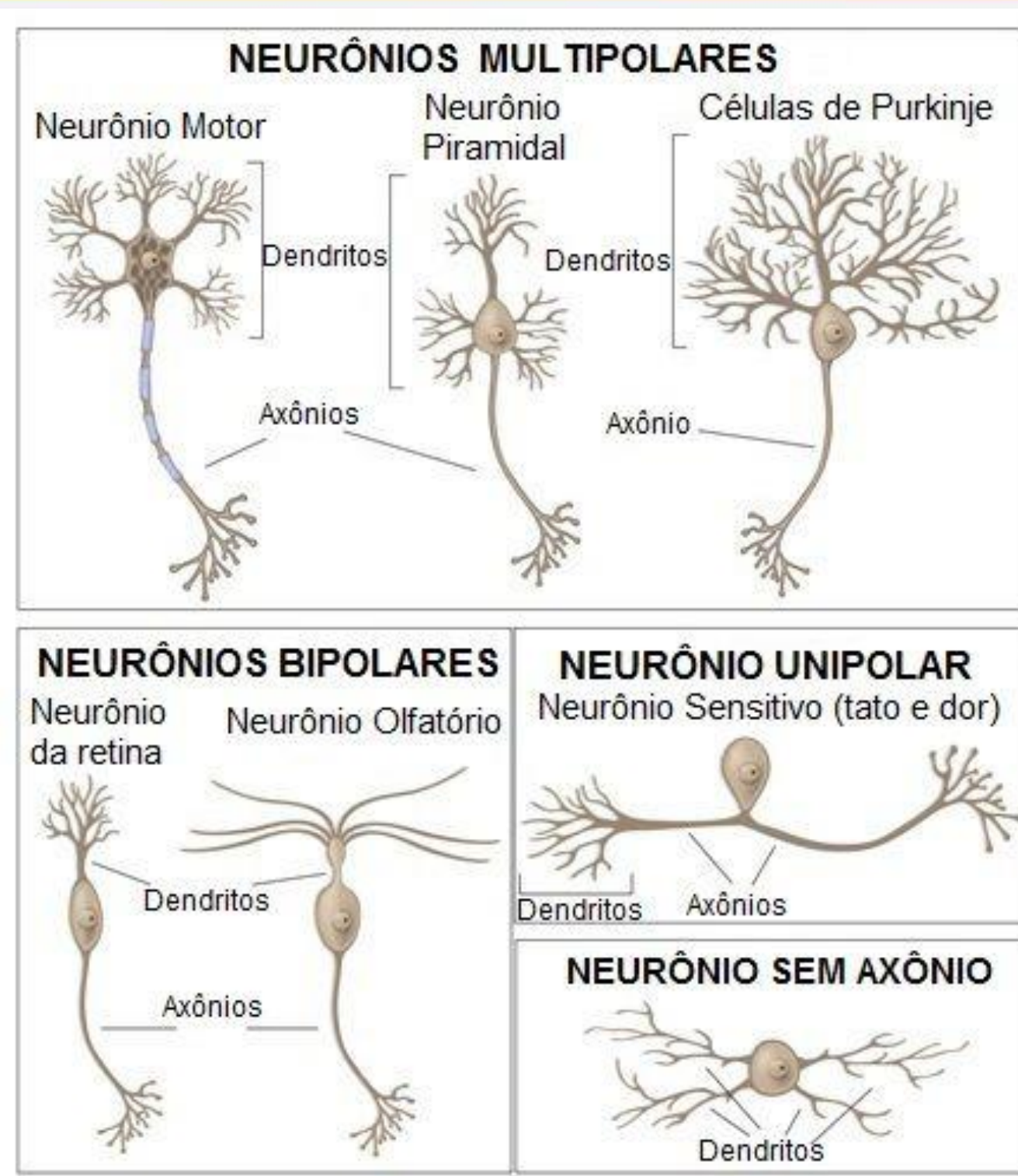
Tipos de Neurônios

Baseados no número de dendritos ou a forma



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



Dentre inúmeros neurônios existem diferentes tipos, que podem ser classificados segundo sua forma.



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Tipos de Neurônios

Baseados na função



- **Sensitivo ou aferente:** conduz a informação da periferia em direção ao S.N.C.;
- **Motor ou eferente:** conduz a informação do S.N.C. em direção à periferia.
- **Interneurônios:** estabelecem conexões entre outros neurônios formando circuitos complexos.



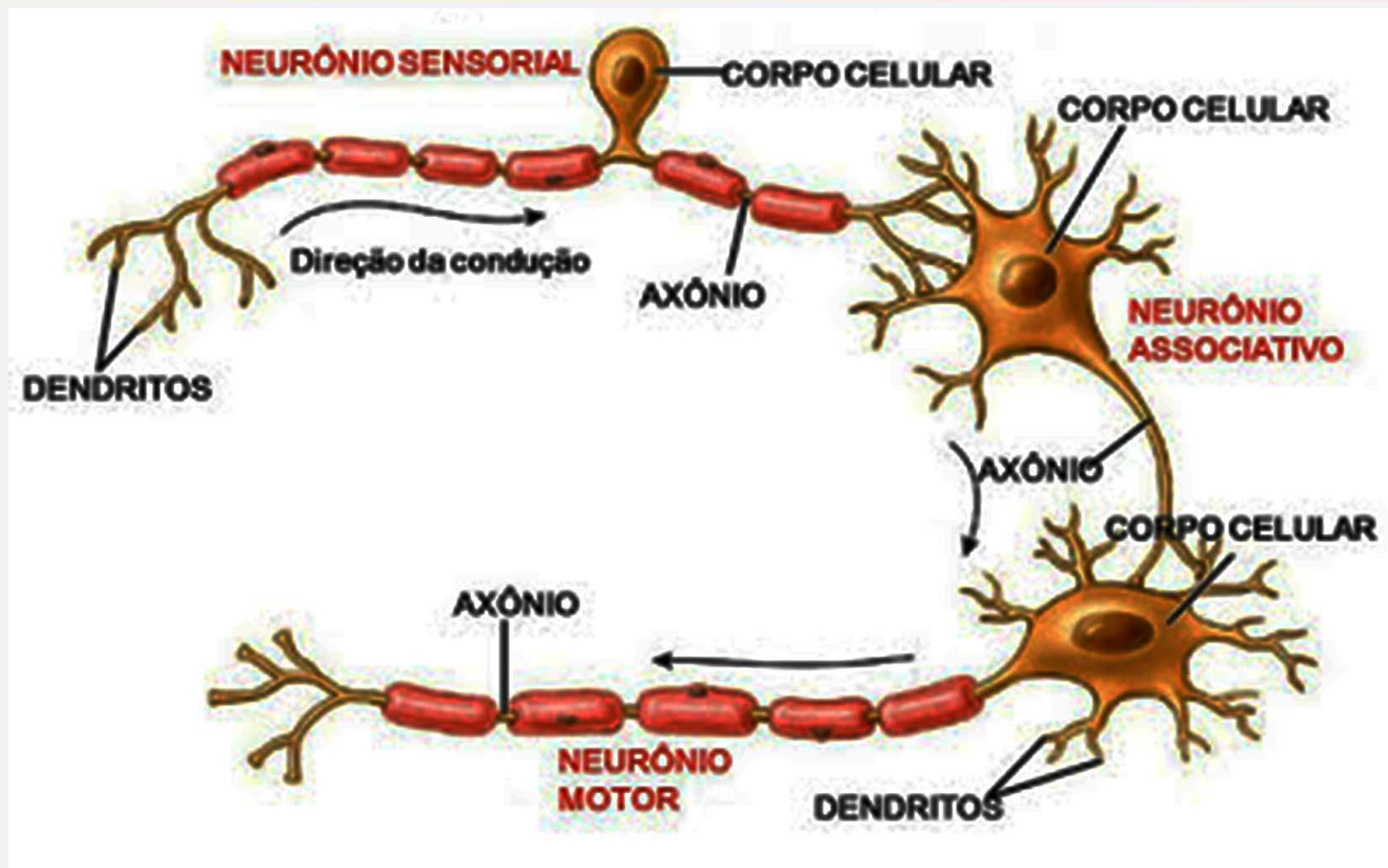
Tipos de Neurônios

Baseados na função



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



Fonte: <https://www.unifal-mg.edu.br/histologiainterativa/tecido-nervoso/>

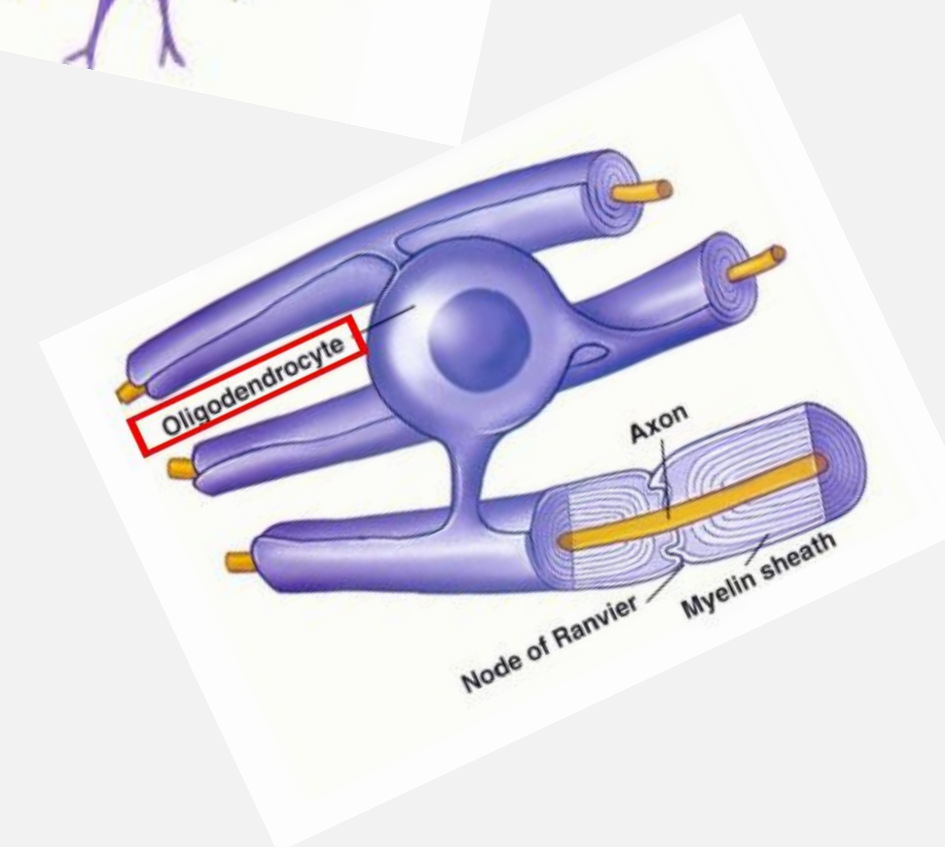
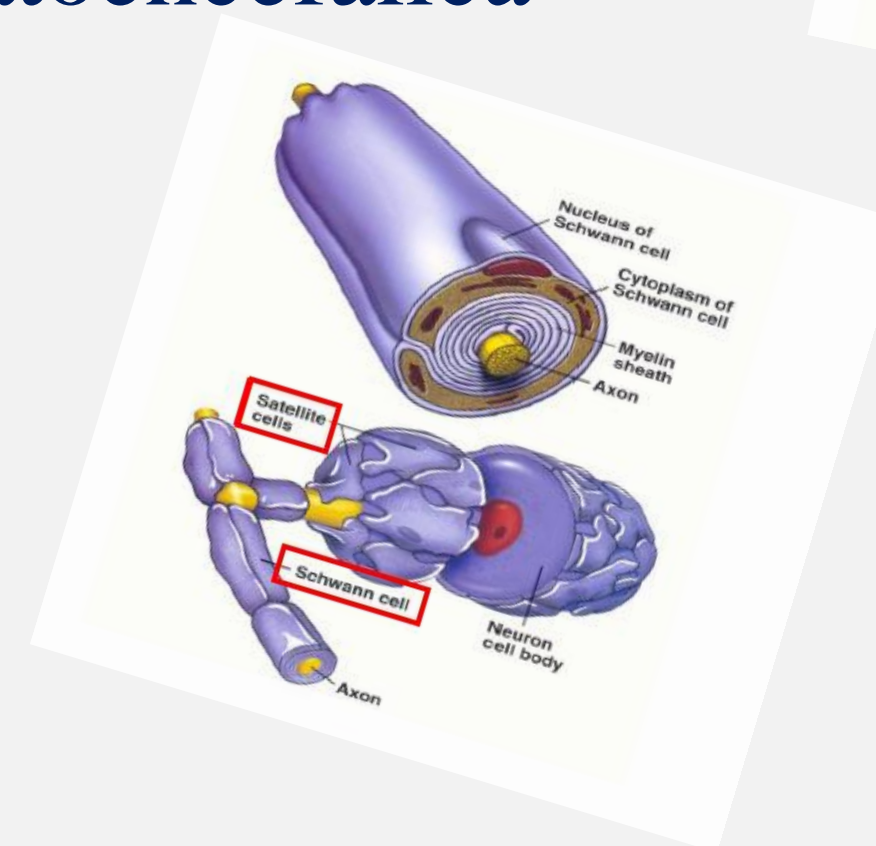
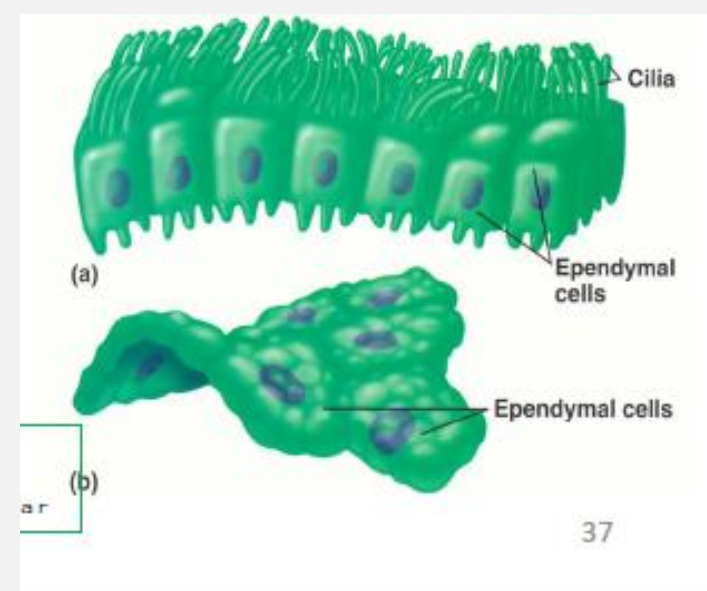
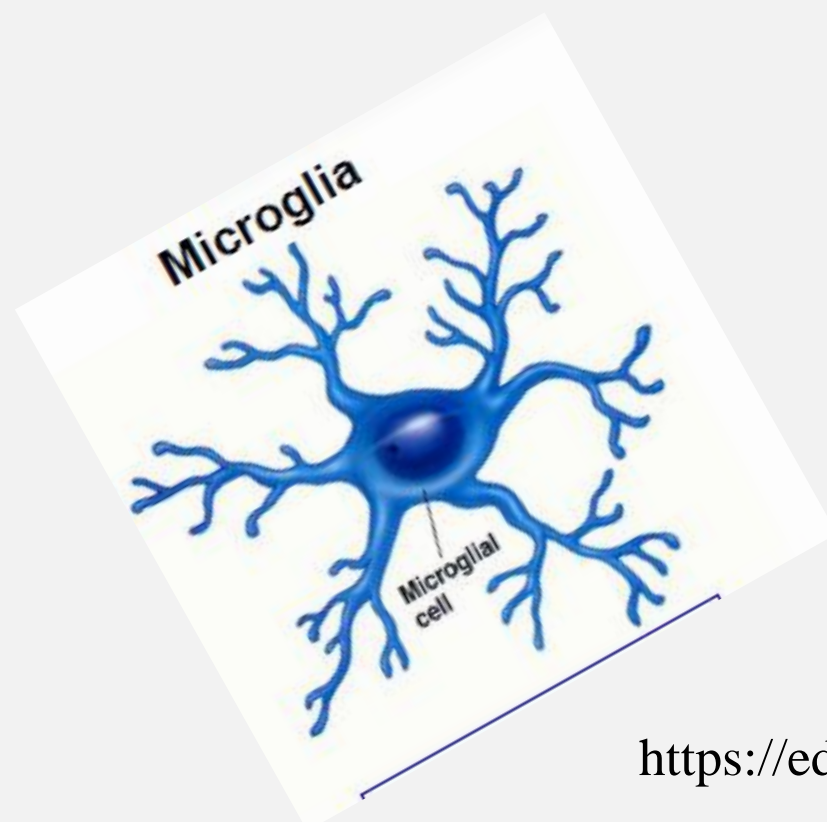
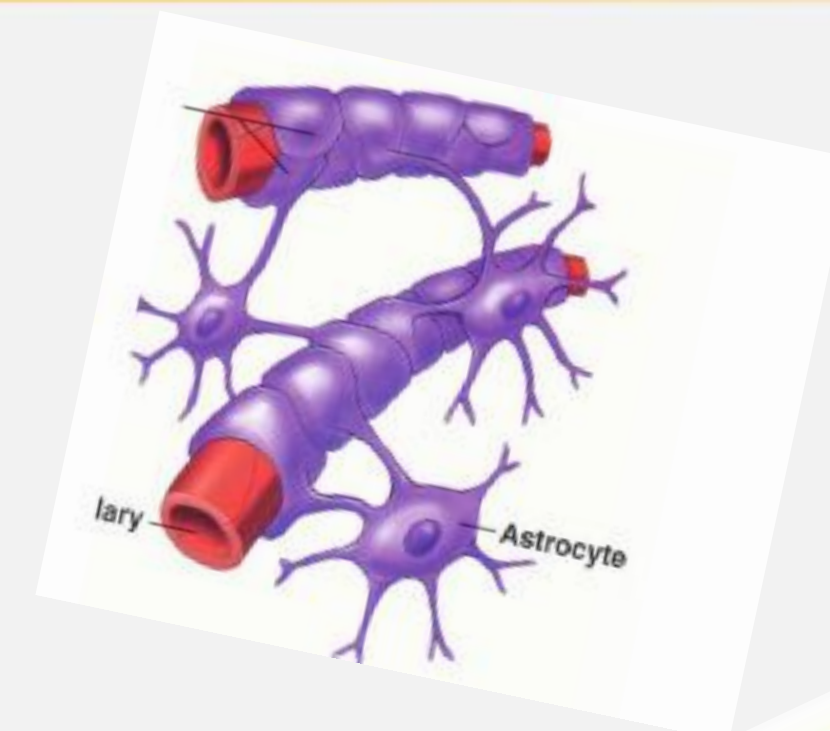


Células da Glia do SNC



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

- ✓ Suporte e proteção aos neurônios
- ✓ Manutenção da homeostase
- ✓ Formação de mielina
- ✓ Formação de barreira hematoencefálica





Células da Glia do SNC



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

- ✓ Não possuem axônio.
- ✓ Não produzem potencial de ação.
- ✓ Nutrição e metabolismo neural (astrócito)
- ✓ Sistema de defesa (microglia)
- ✓ Formam a bainha de mielina (oligodendrócitos e células de Schwann)
- ✓ Contribuem para a regeneração do sistema nervoso lesado: novo crescimento de neurônios x impedindo a regeneração.



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Células da Glia do SNC



Astrócitos

- ✓ Tipo celular mais encontrado no S.N.
- ✓ São responsáveis pela sustentação e nutrição dos neurônios
- ✓ Muitos prolongamentos (pés terminais) - fazem contato com capilares e neurônios.
- ✓ Participam da cicatrização.
- ✓ Circundam os capilares determinam sua permeabilidade e regular o fluxo sanguíneo através deles.
- ✓ As astrócitos regulam a concentração de potássio no tecido nervoso.



Células da Glia do SNC

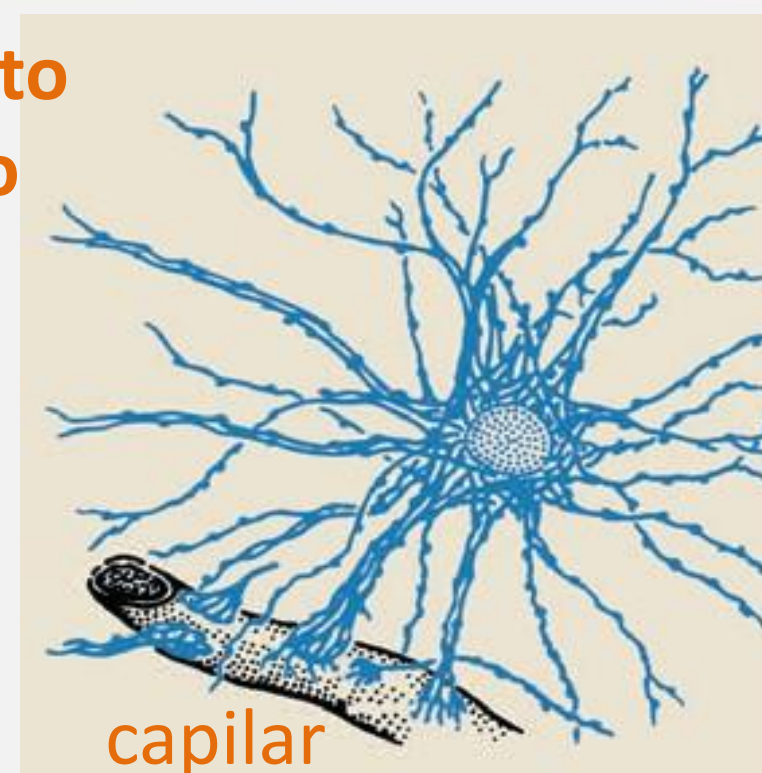


BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Astrócitos

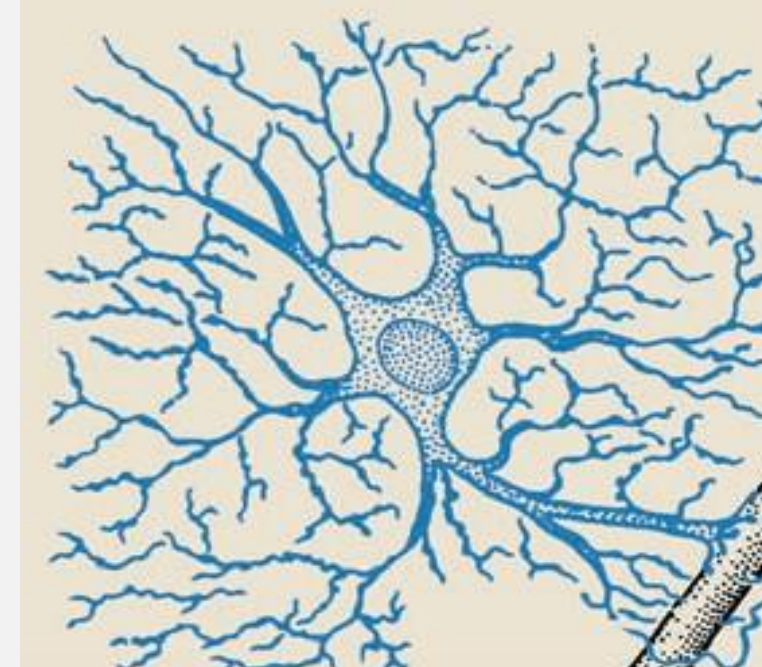
- **Astrócitos fibrosos**, contêm filamentos e são prevalentes entre os feixes de fibras nervosas mielinizadas na substância branca cerebral
- **Astrócitos protoplasmáticos**, contêm menos material fibroso e são abundantes na substância cinzenta em torno das células nervosas (corpos, dendritos e sinapses)

astrócito
Fibroso



Pé do
astrócito

Astrócito
protoplasmático



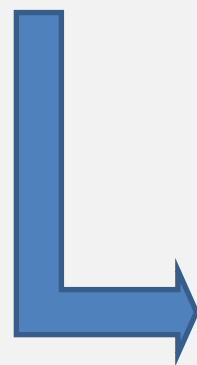
capilar



Células da Glia do SNC

Oligodendrócitos

- ✓ Têm poucos prologamentos
- ✓ Frequentemente, estão dispostos em fileiras entre os axônios na substância branca
- ✓ Produzem mielina no sistema nervoso central



- *isola o axônio do espaço extracelular*
- *aumenta a velocidade de condução do impulso nervoso.*

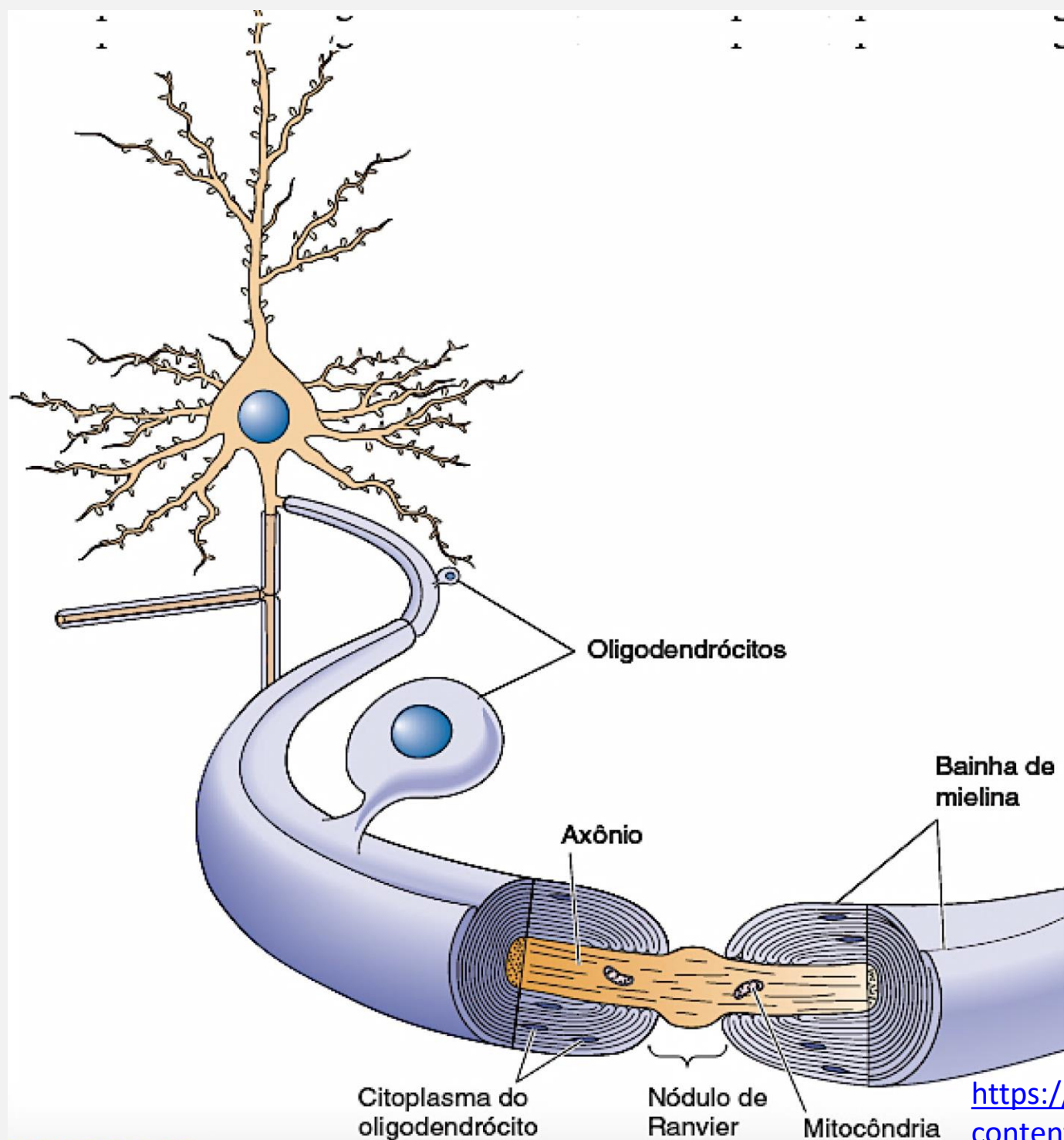


Células da Glia do SNC



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



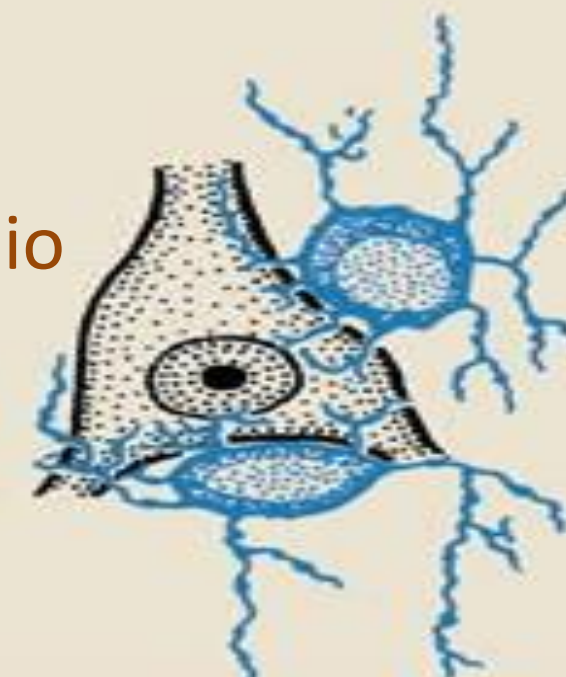
Oligodendrócitos

31

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5621803/mod_resource/content/1/Aula_SNC_parte1_Organiza%C3%A7%C3%A3o_celular.pdf



Oligodendrócito na substância branca



neurônio

Oligodendrócito perineuronal



Células da Glia do SNC

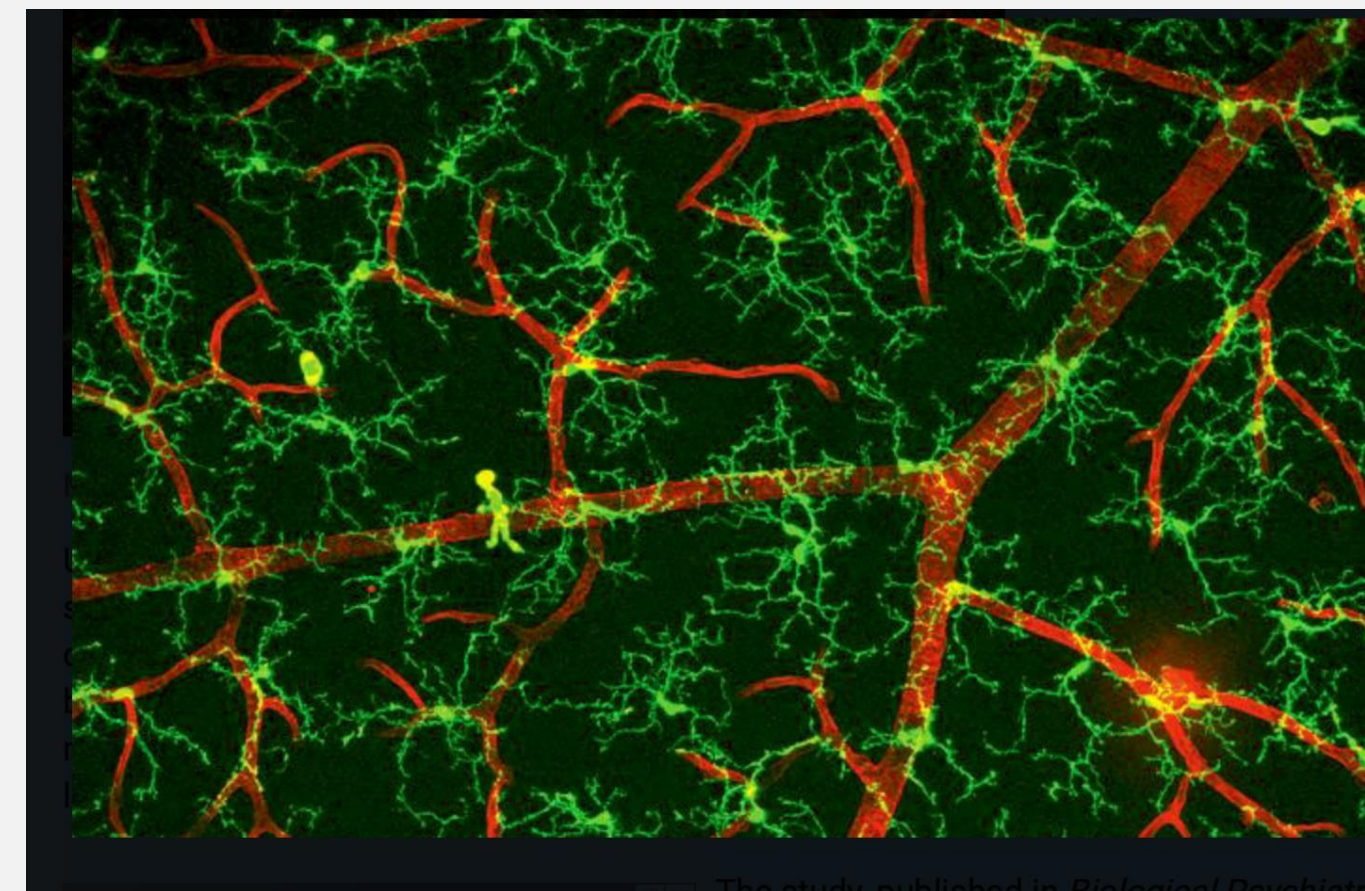


BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Microglia

- ✓ São as menores células da glia.
- ✓ Prolongamentos bem curtos e menos elaborados.
- ✓ Residentes no sistema nervoso central
- ✓ Reagem de forma semelhante aos macrófagos
- ✓ Removem detritos das células
- ✓ Participam da resposta inflamatória

No sistema nervoso central





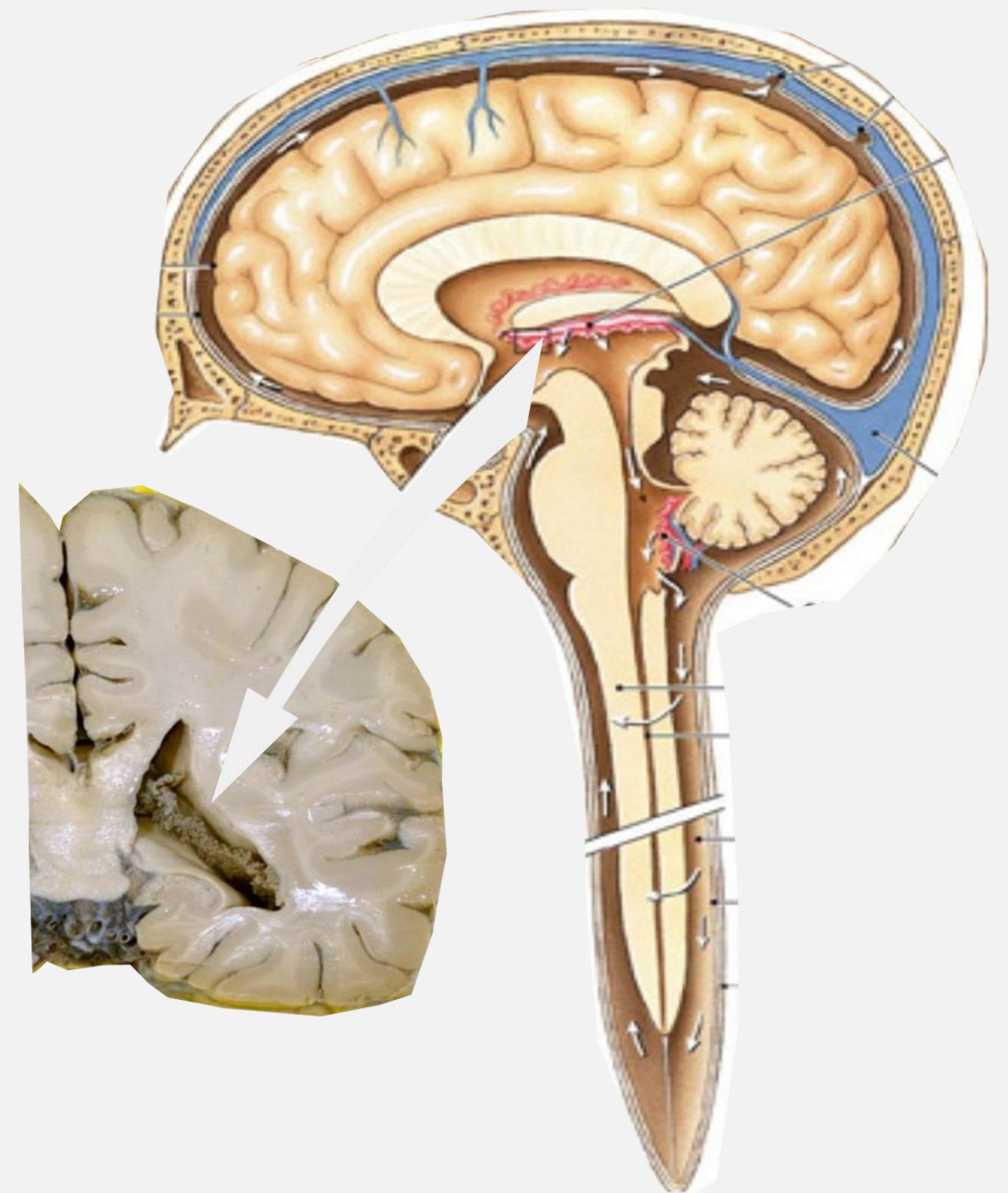
Células da Glia do SNC



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Células ependimárias

- ✓ Revestem os ventrículos encefálicos e o canal central da medula espinhal (líquido cefalorraquidiano).
- ✓ Secretam a maior parte do líquido cefalorraquidiano





O Sistema Nervoso Central (SNC)



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

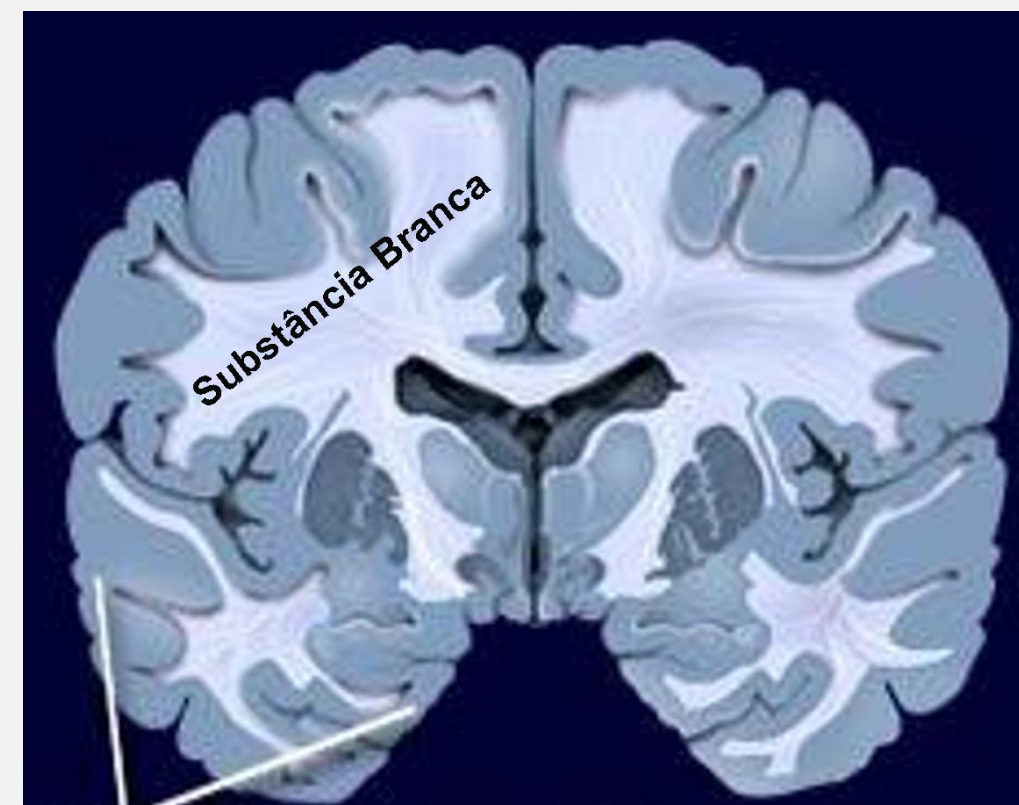
- **Substância Branca**

- Presença de grandes fibras mielinizadas (axônios)
- Ausência de corpos de células nervosas

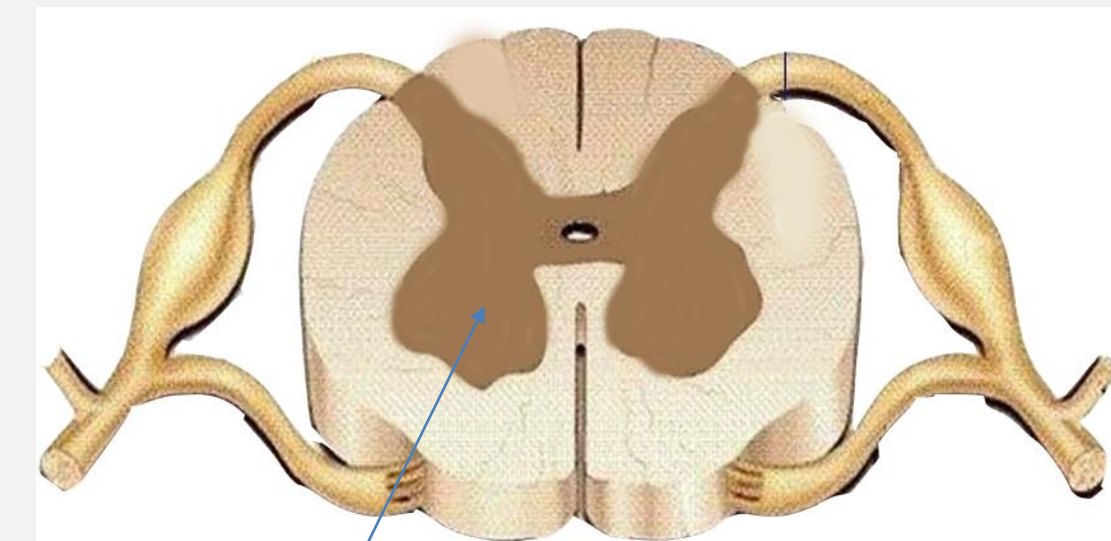
- **Substância Cinzenta**

- Presença de muitos corpos de células nervosas e dendritos
- Ausência de prolongamentos nervosos fortemente mielinizados

Encéfalo



Medula espinhal



Substância cinzenta



Células da Glia do SNP



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Células de Schwann

- ✓ Localizadas em torno dos axônios do sistema nervoso periférico (gânglios e nervos).
- ✓ Forma a bainha de mielina, semelhantes ao revestimento dos oligodendrócitos dos axônios centrais
- ✓ Cada célula de Schwann forma a bainha de mielina ao redor de um único axônio

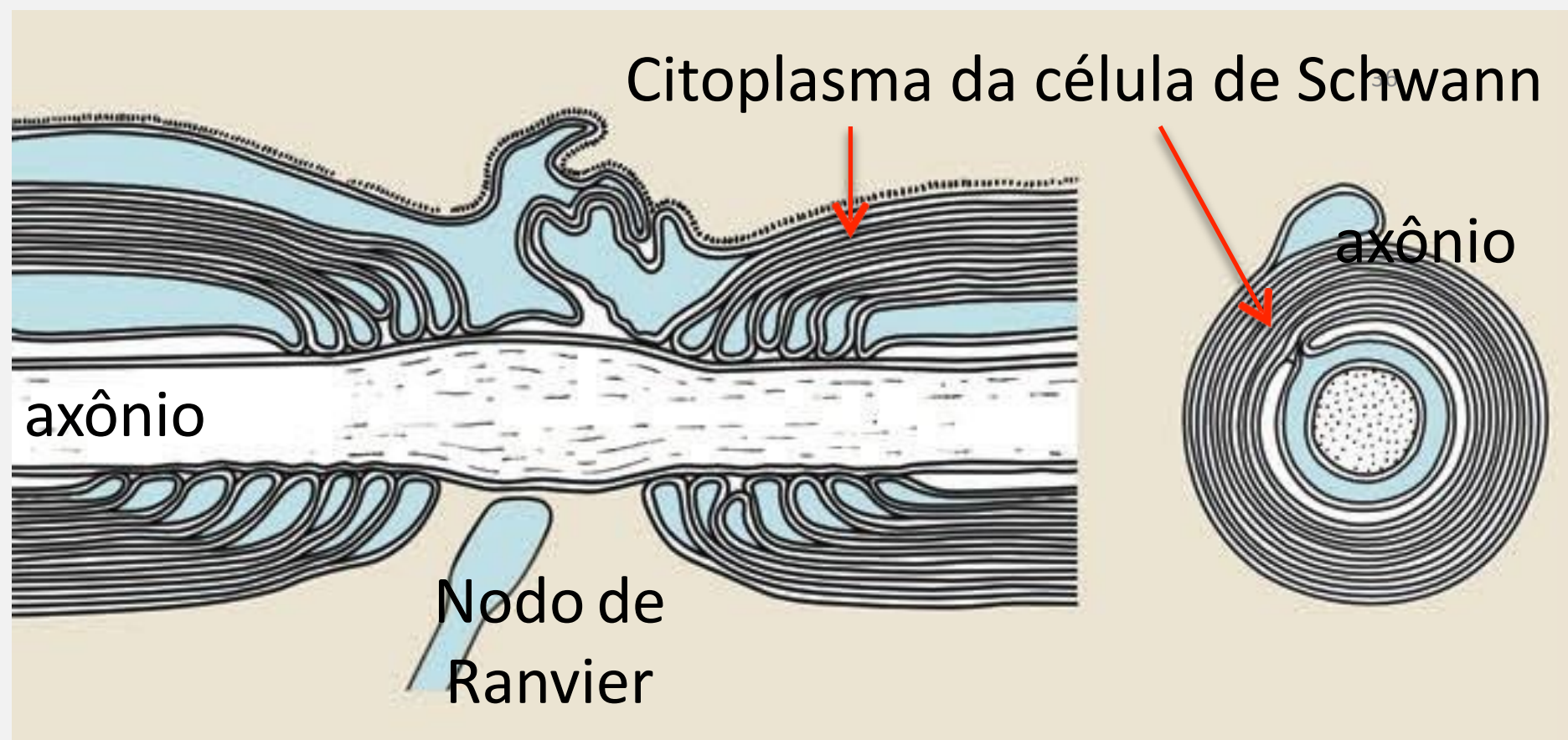


Células da Glia do SNP



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Células de Schwann





Bainha de Mielina



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP

Figura 3a:
Sinal nervoso normal

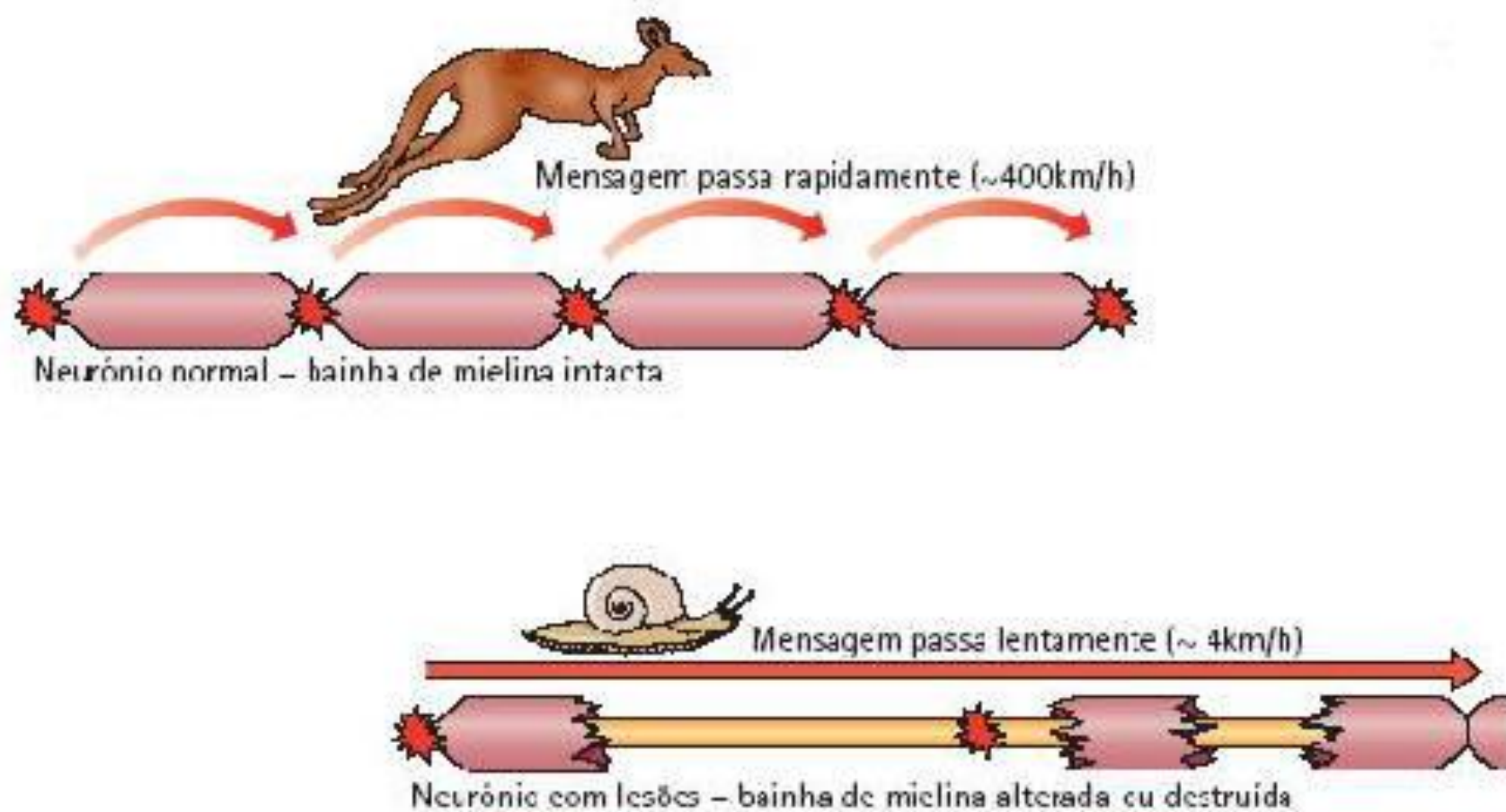
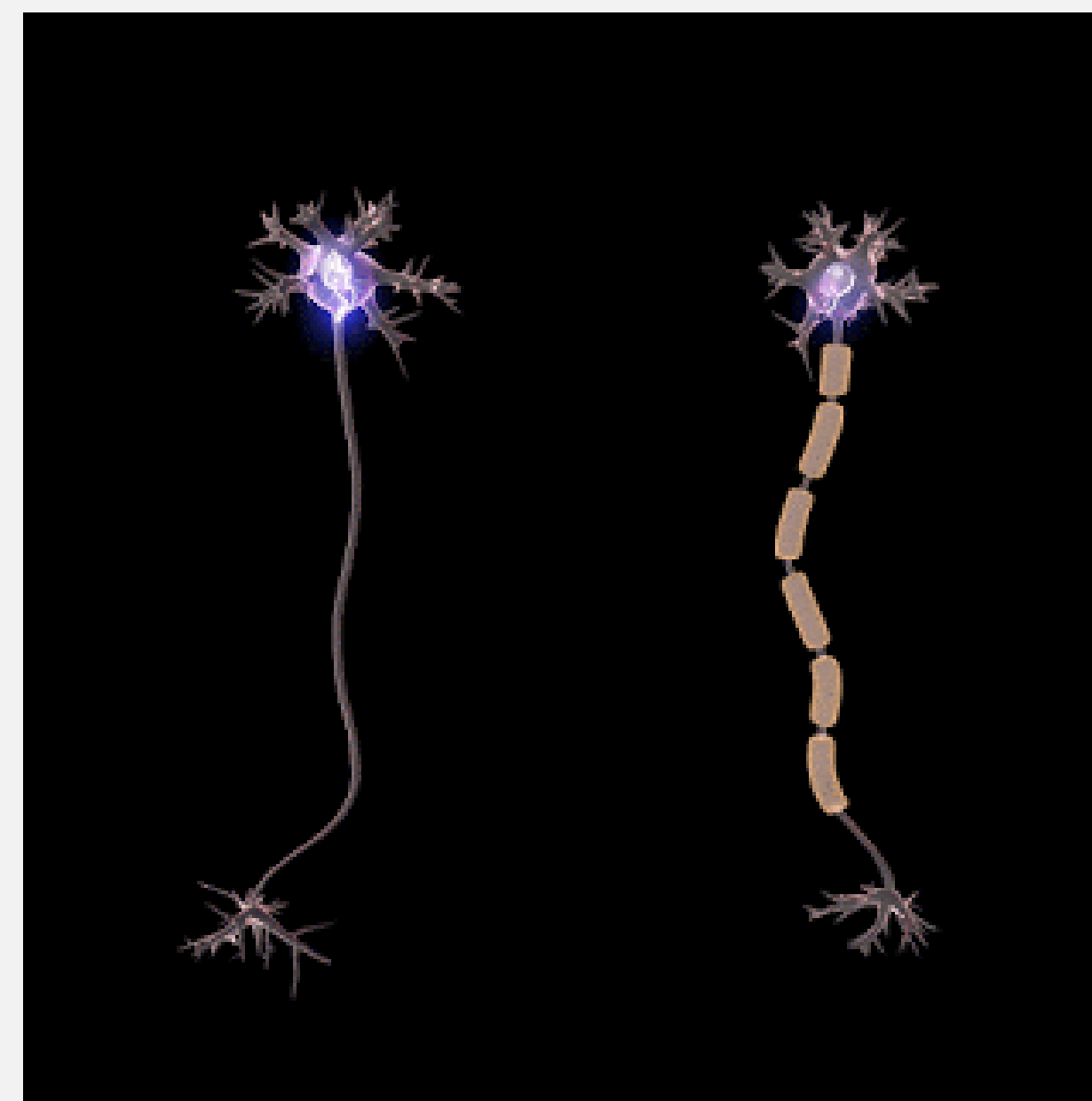


Figura 3b:
Sinal nervoso alterado





Células da Glia do SNP



Células-satélites

- ✓ Formam uma camada de células em torno do corpo celular das células nervosas
- ✓ promovem um isolamento elétrico em torno do neurônio
- ✓ Constituem uma via para trocas metabólicas.



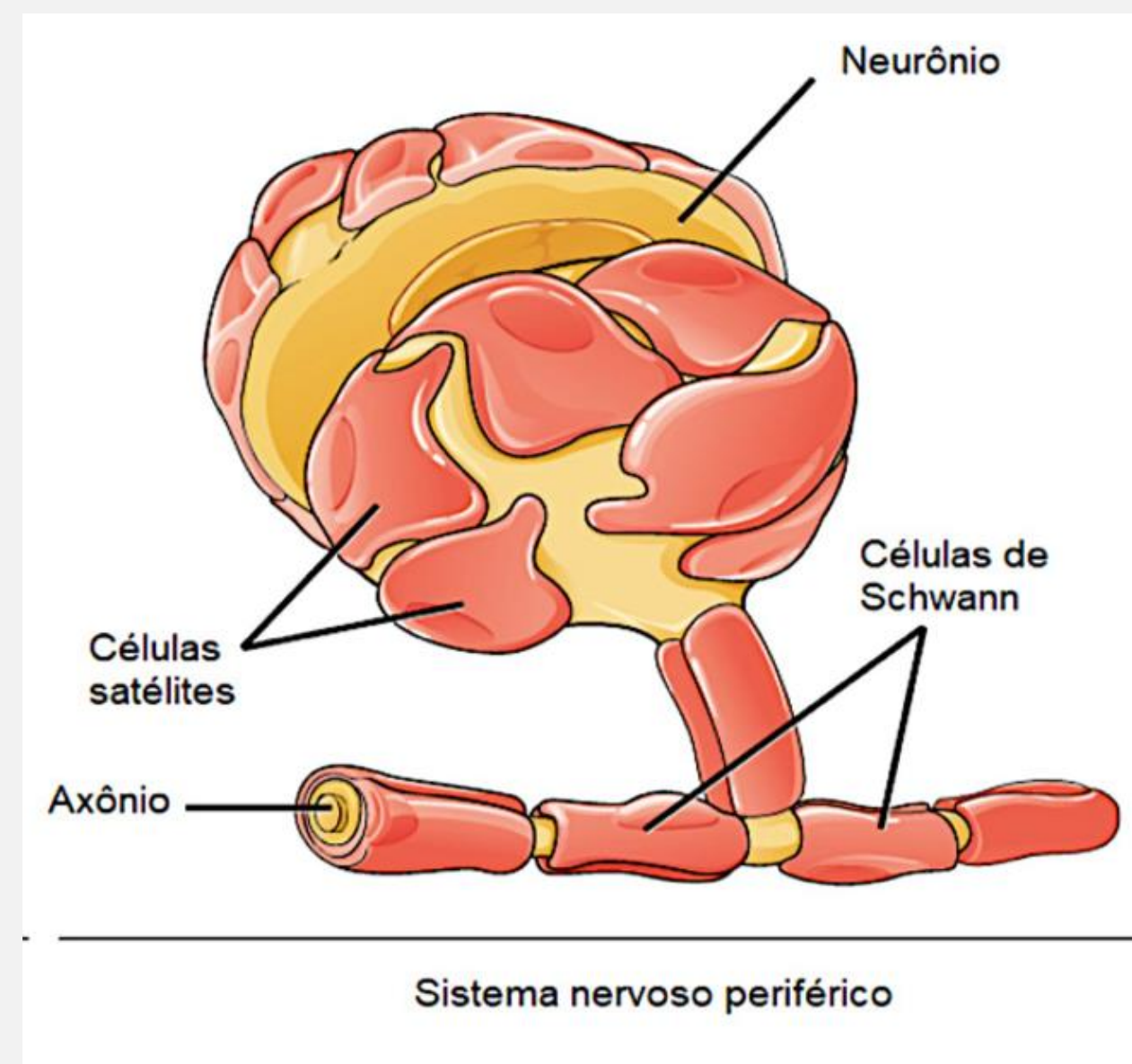
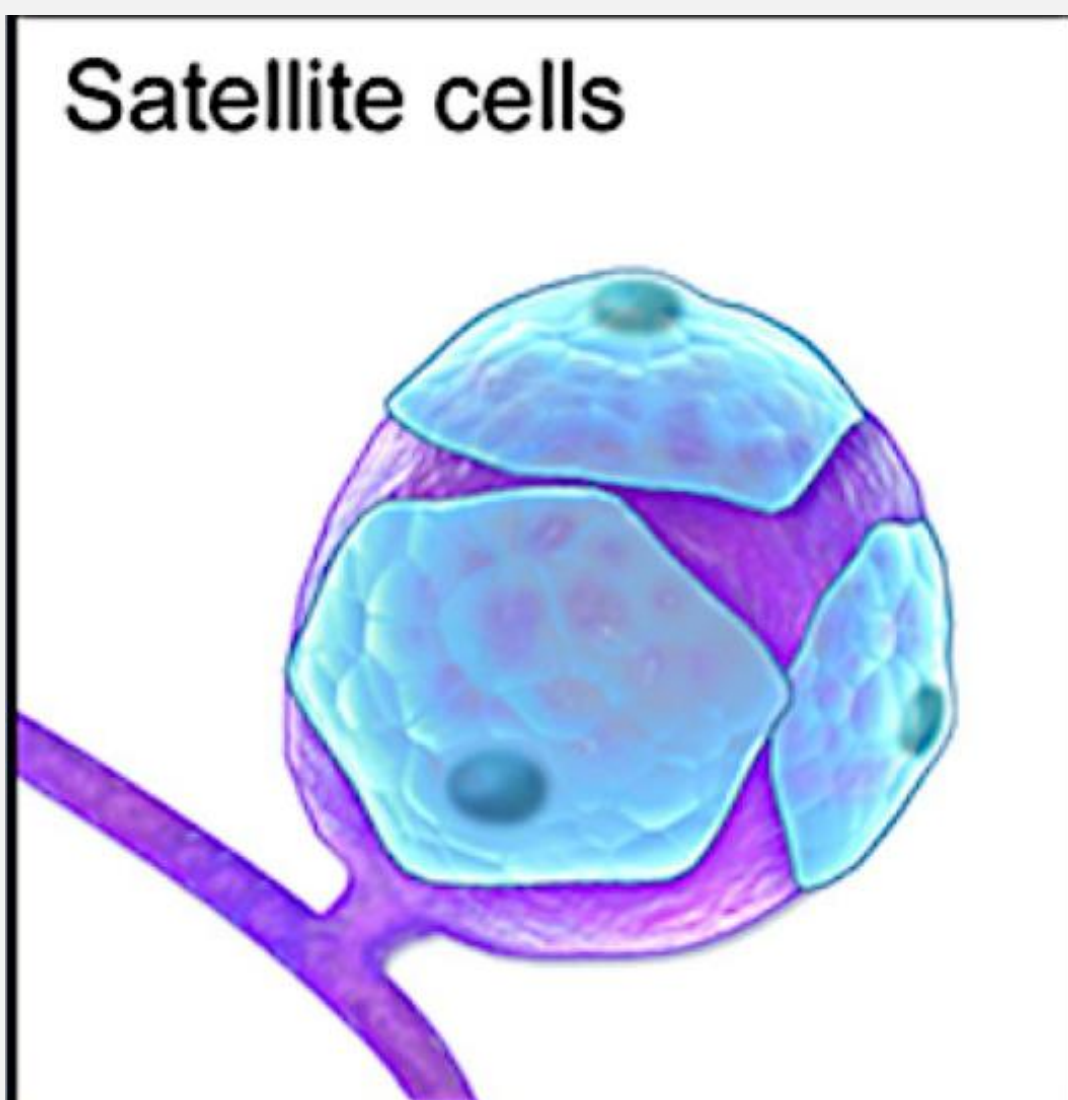
Células da Glia do SNP



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Células-satélites

39

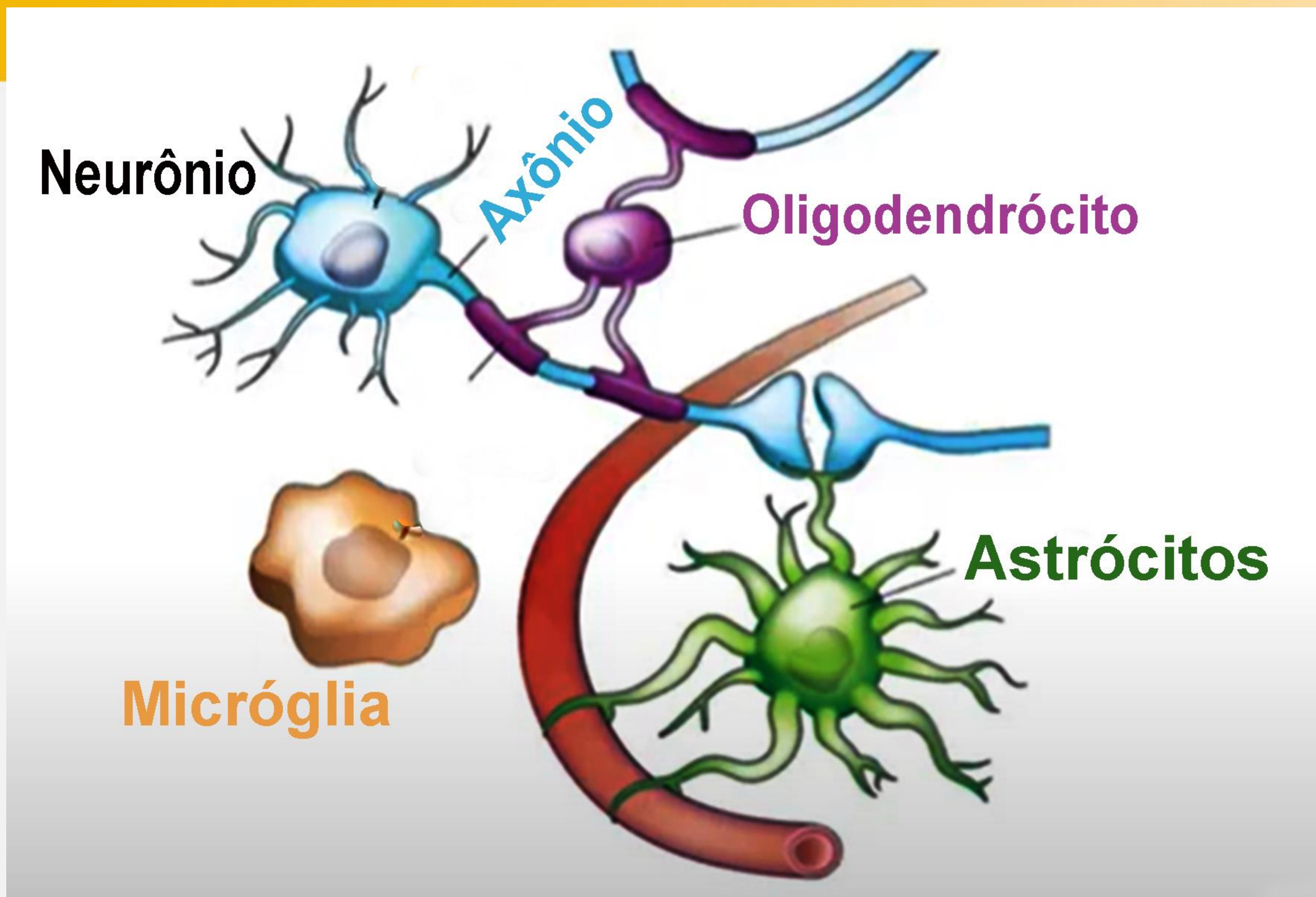


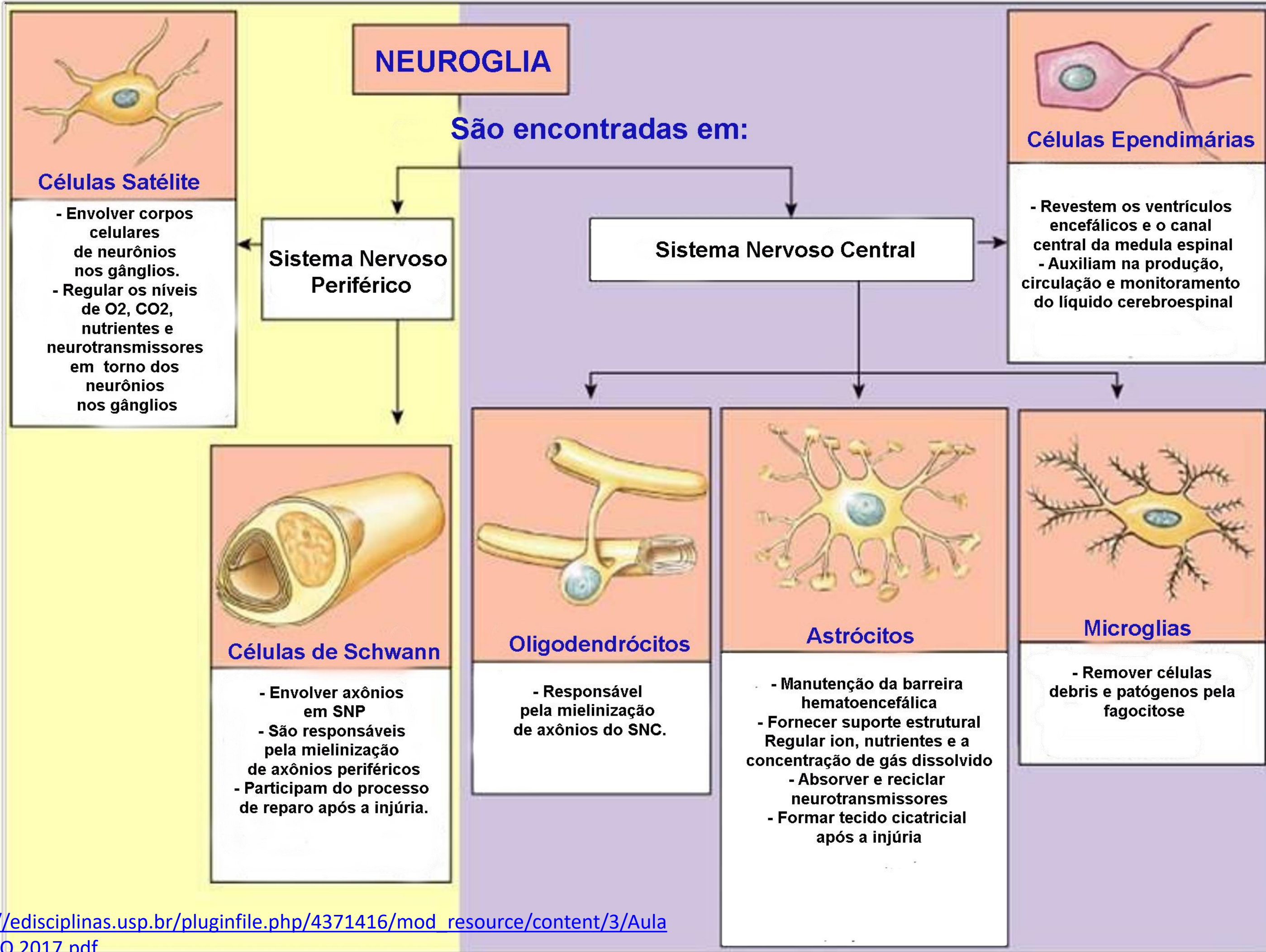


Células de Sustentação do SNC



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP







BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

...assim



✓ **Qualquer informação do meio ambiente ou do meio interno precisa ser transformada numa linguagem interpretada pelo sistema nervoso.**

✓ **A única linguagem interpretada pelo sistema nervoso é a transmissão de um impulso (atividade) elétrica que percorre um circuito neuronal específico**



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

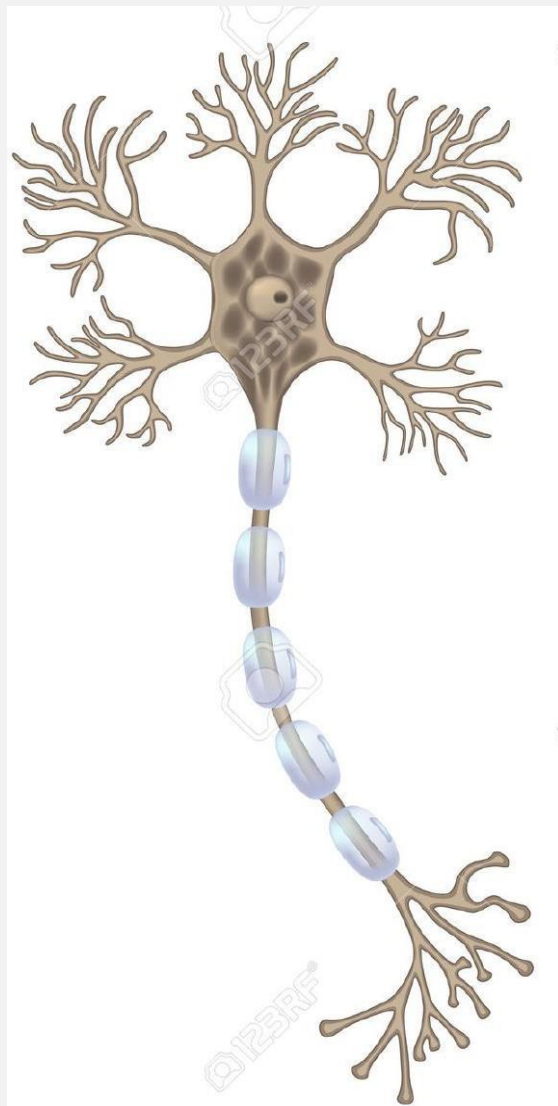


O Impulso Elétrico

O Neurônio



- ✓ Produz sinais elétricos (membrana plasmática excitável).
- ✓ Propaga um '*impulso nervoso*' ou potencial de ação.
- ✓ Comunica-se com outro neurônio



Copyright © Houghton Mifflin
Company. All rights reserved.



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



Potencial de Ação

Células excitáveis

- ✓ Células excitáveis são capazes de alterar o potencial da membrana
- ✓ Os principais tipos de células excitáveis são **neurônios, fibras musculares e algumas células endócrinas.**
- ✓ Todas as células apresentam uma diferença de potencial elétrico (voltagem) através da membrana.

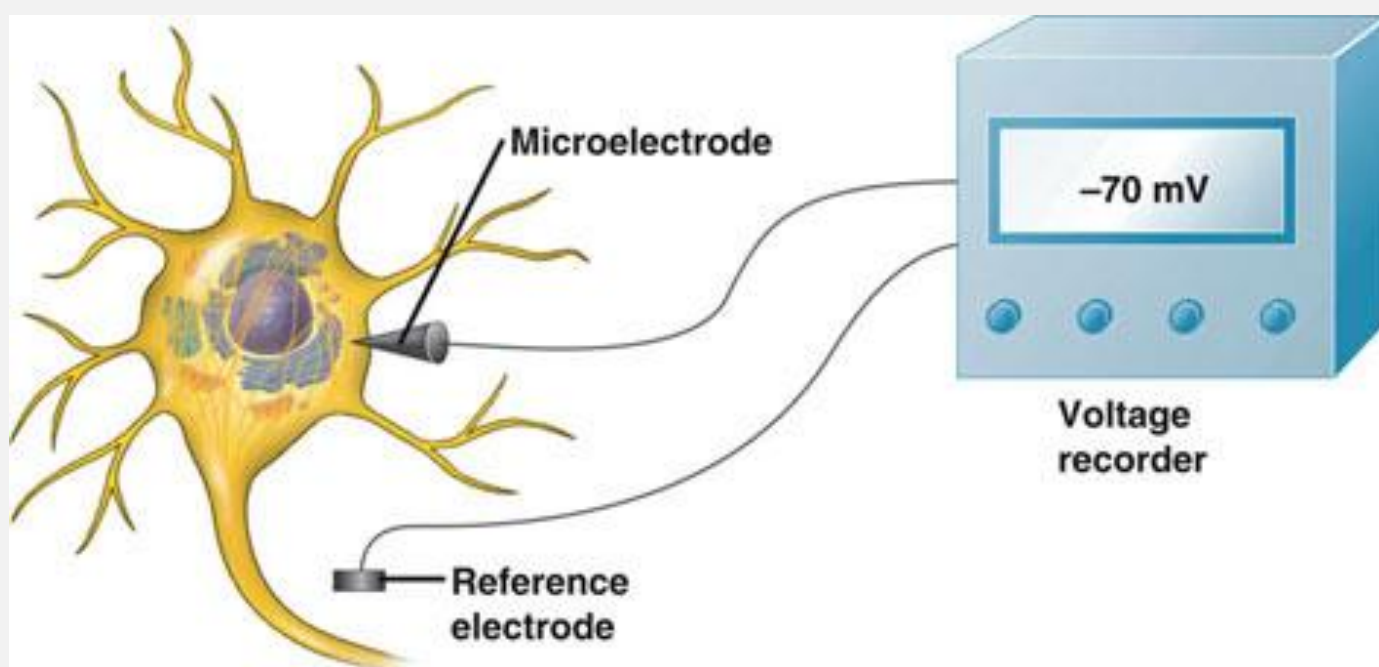
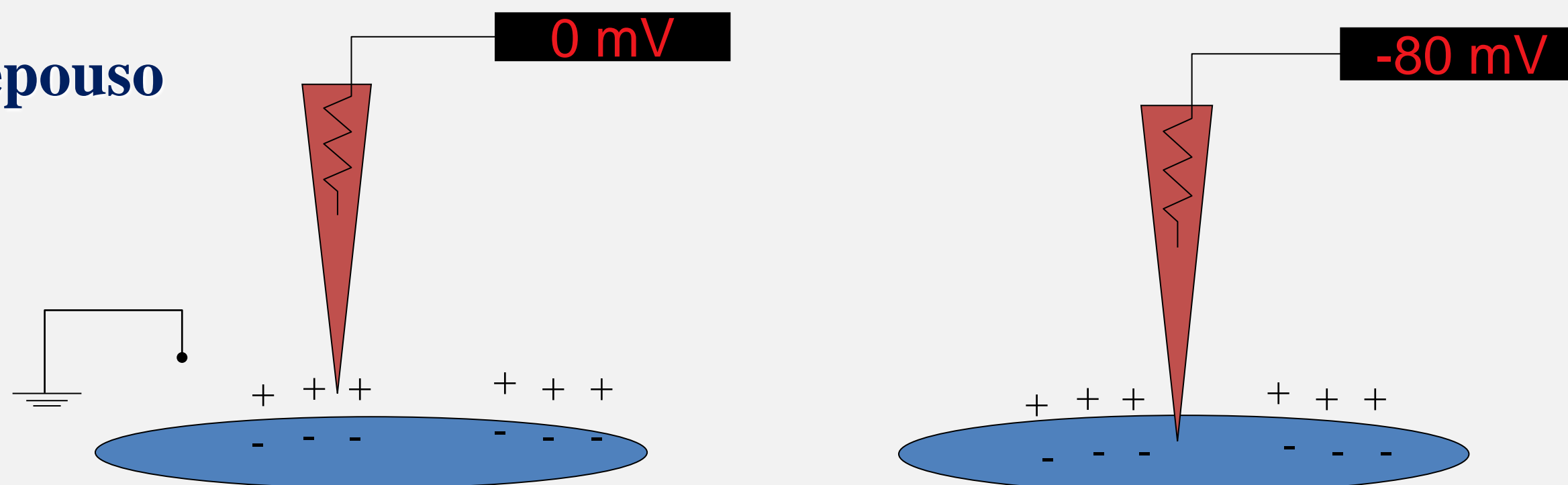


Potencial de repouso



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Registro do potencial de repouso



| TIPO CELULAR | Em (mV) |
|---|---------|
| Neurônio | -70 |
| Músculo esquelético | -80 |
| Músculo cardíaco (atrial e ventricular) | -80 |
| Músculo liso | -55 |

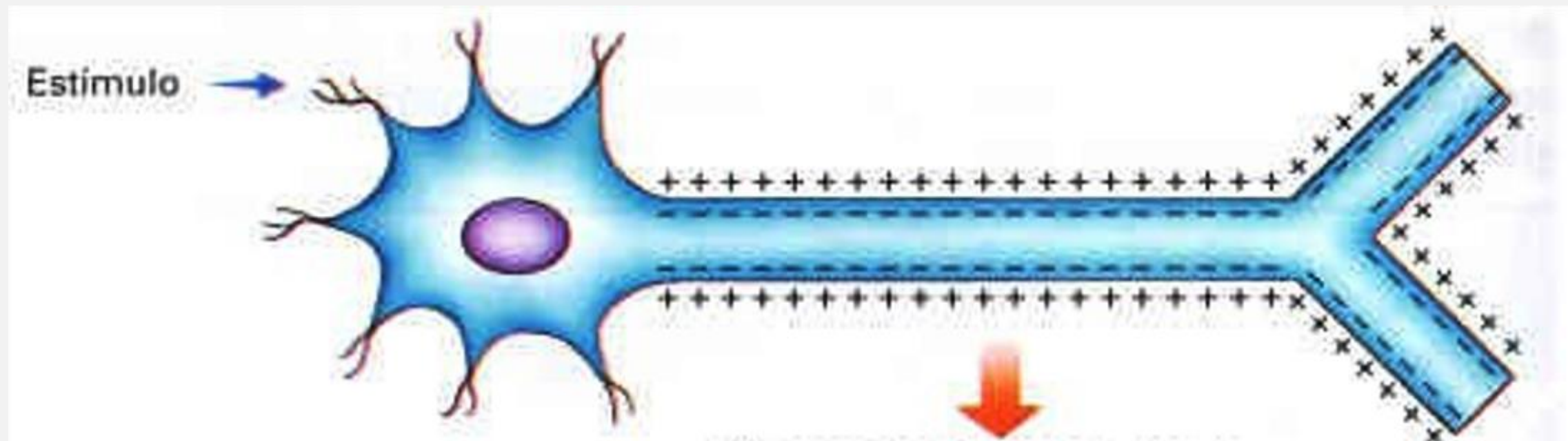


Resumo - Potencial de ação



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Potencial de Repouso



Bombeamento de Na^+ para fora da célula.

Concentração intracelular de K^+ é alta

Diferença de potencial -65 mV

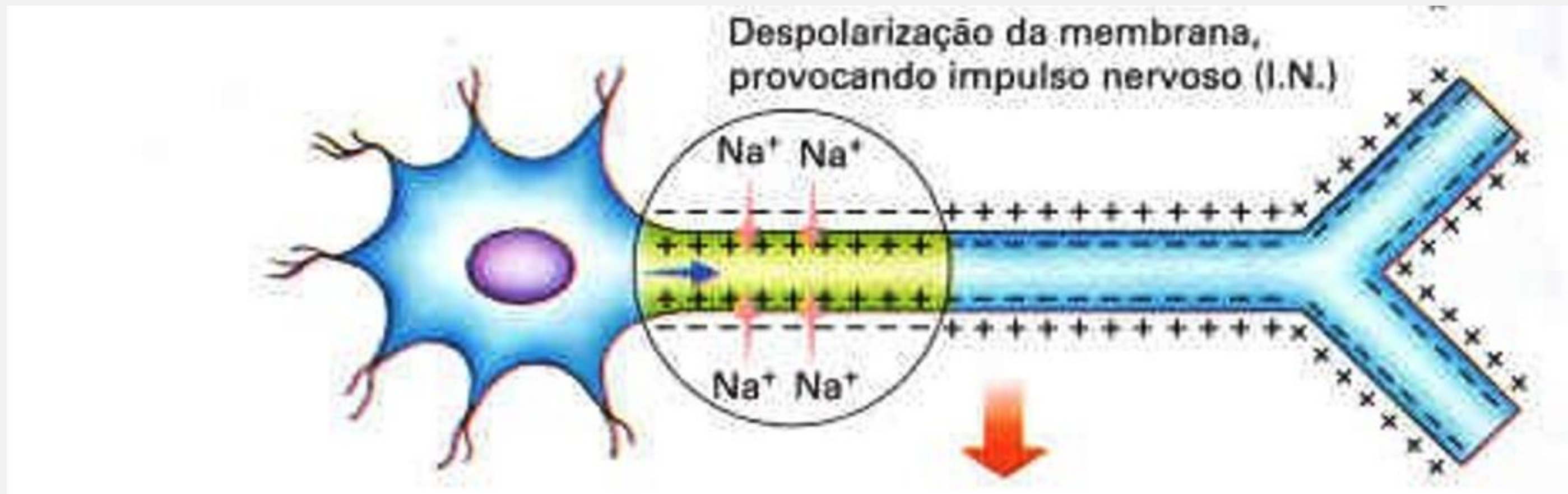


Resumo - Potencial de ação



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Despolarização



Potencial de ação (Impulso Nervoso):
Influxo de Na : +30 mV

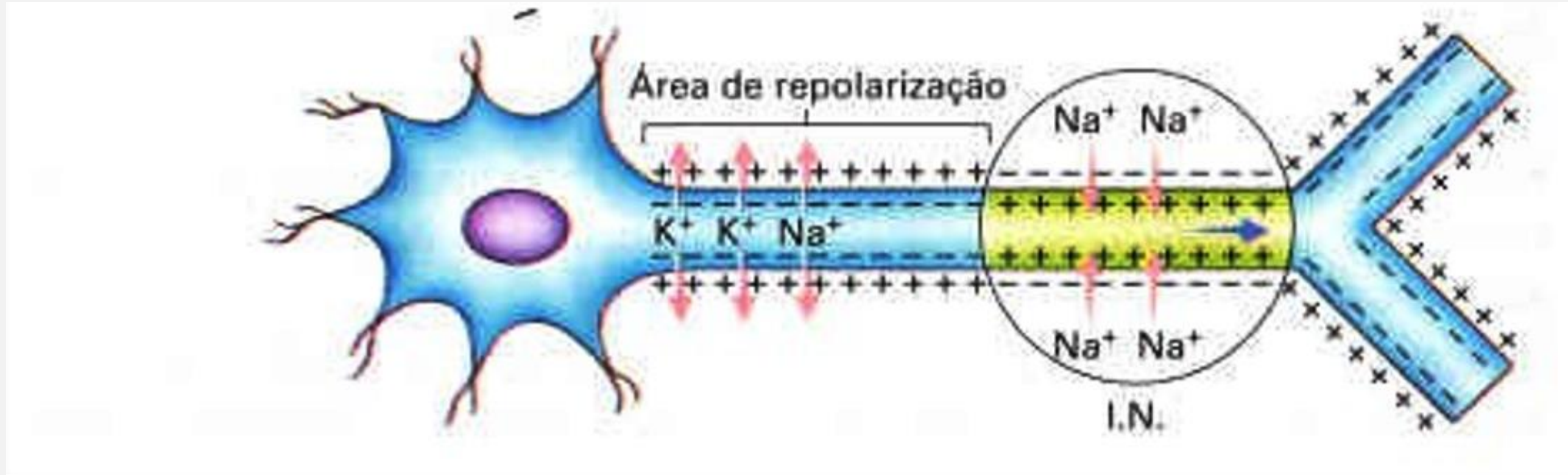


Resumo - Potencial de ação



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Repolarização



O Potencial de +30 mV fecha os canais de Na+.

Ocorre também a abertura dos canais de K+ que saem por difusão, voltando a situação inicial -65 mV.

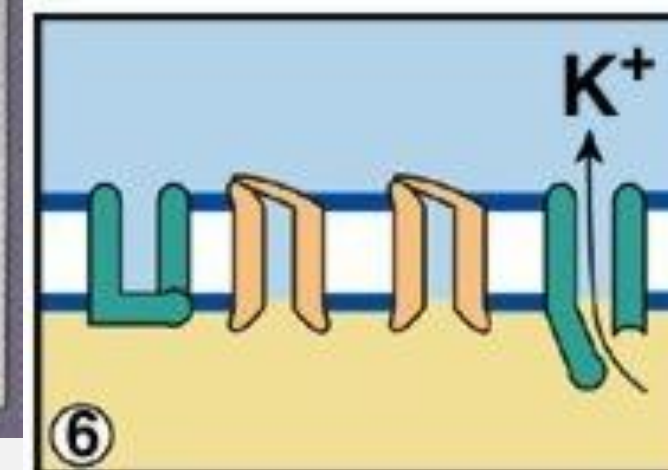
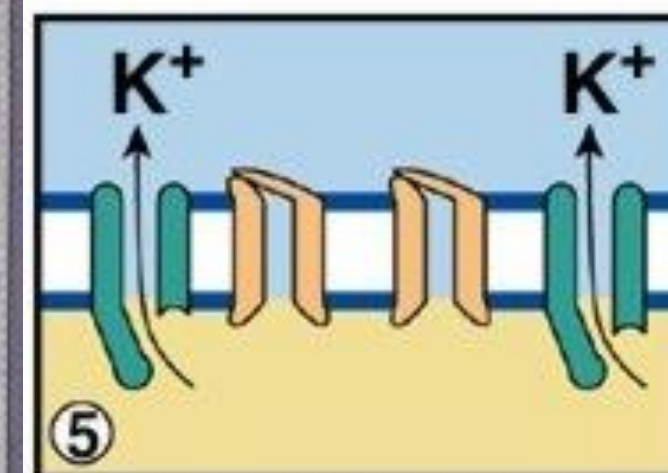
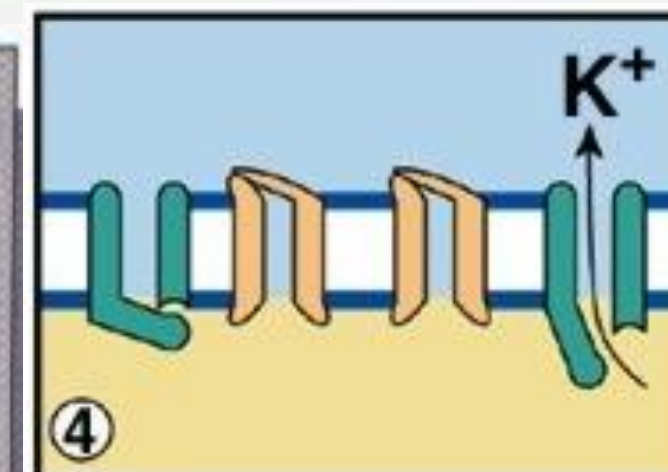
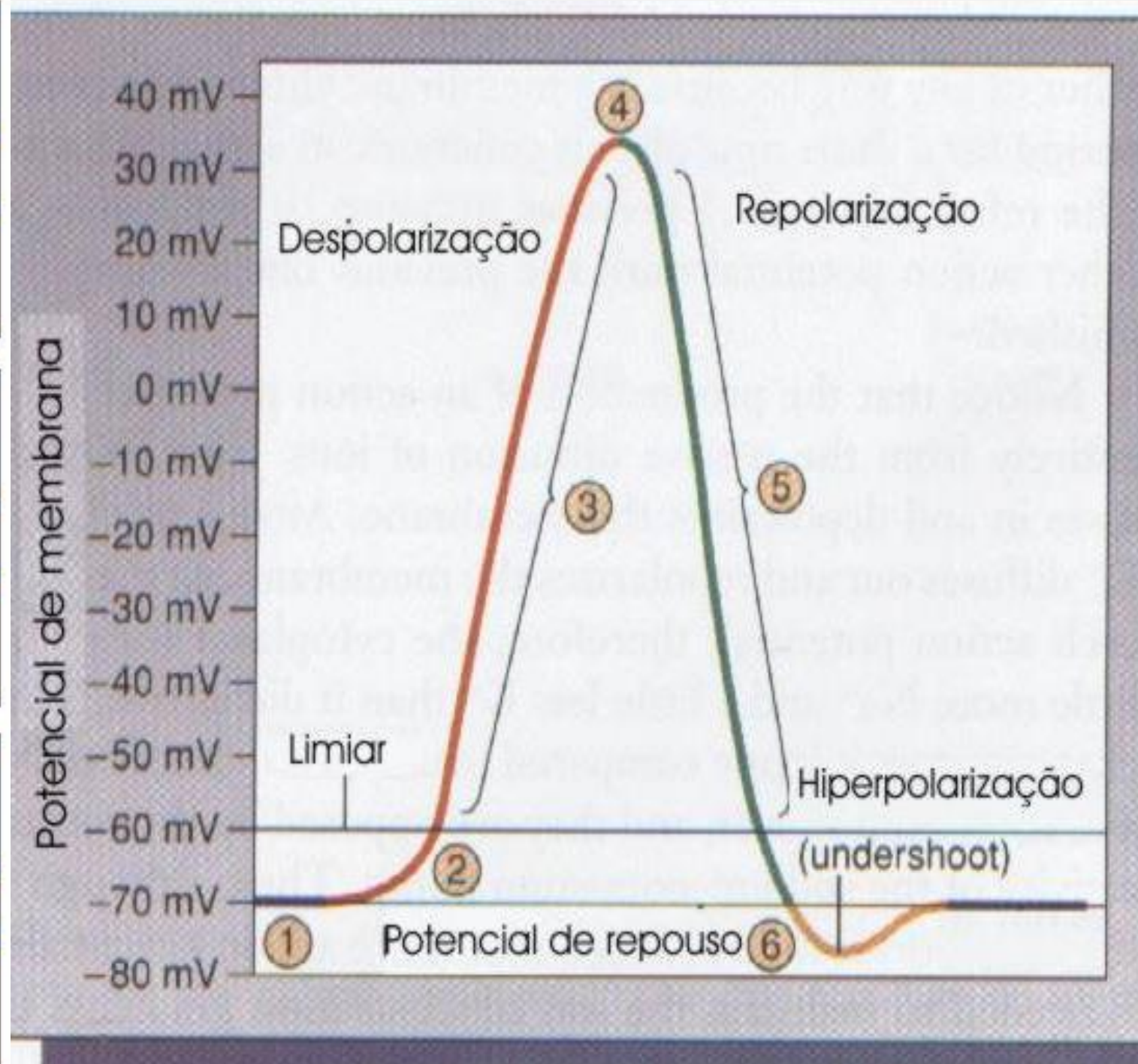
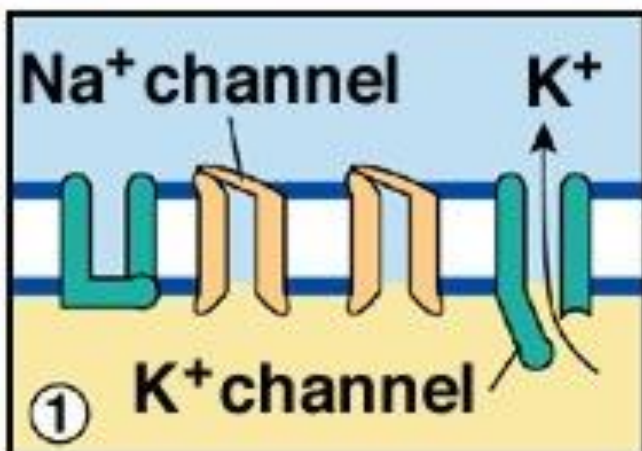
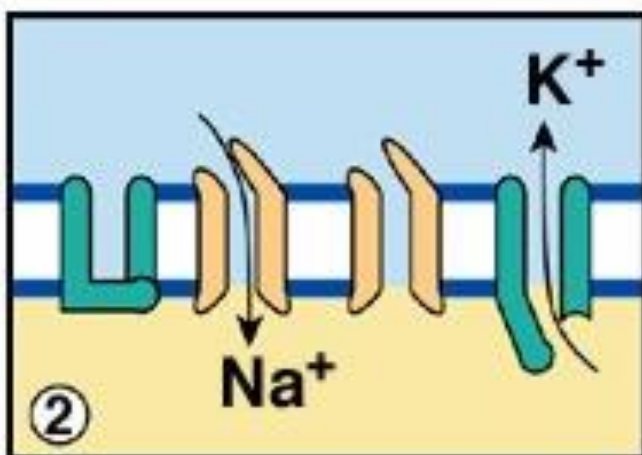
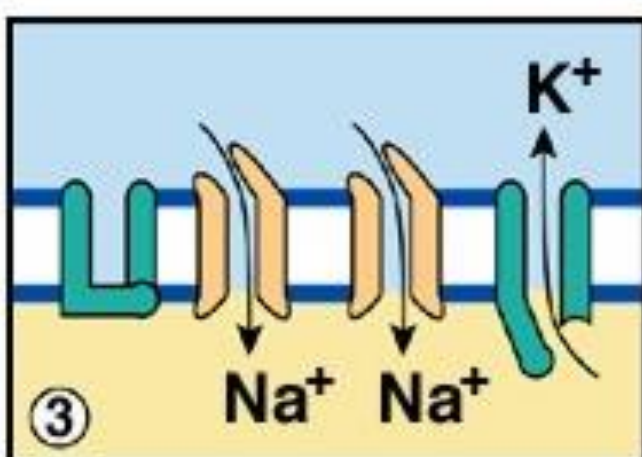


Potencial de Ação



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP





Potencial de Ação



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

- ✓ Estimular a contração muscular
- ✓ Estimular a liberação de neurotransmissores
- ✓ Estimular a secreção de outras substâncias por células neurais e neuroendócrinas



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Sinapse



Local de contato entre um terminal axônico e uma célula nervosa, muscular ou glandular

Transmissão Sináptica

Passagem de informação através da sinapse

Charles Sherrington (1857-1952)

O fluxo de informação neuronal é dos dendritos para os terminais dos axônios



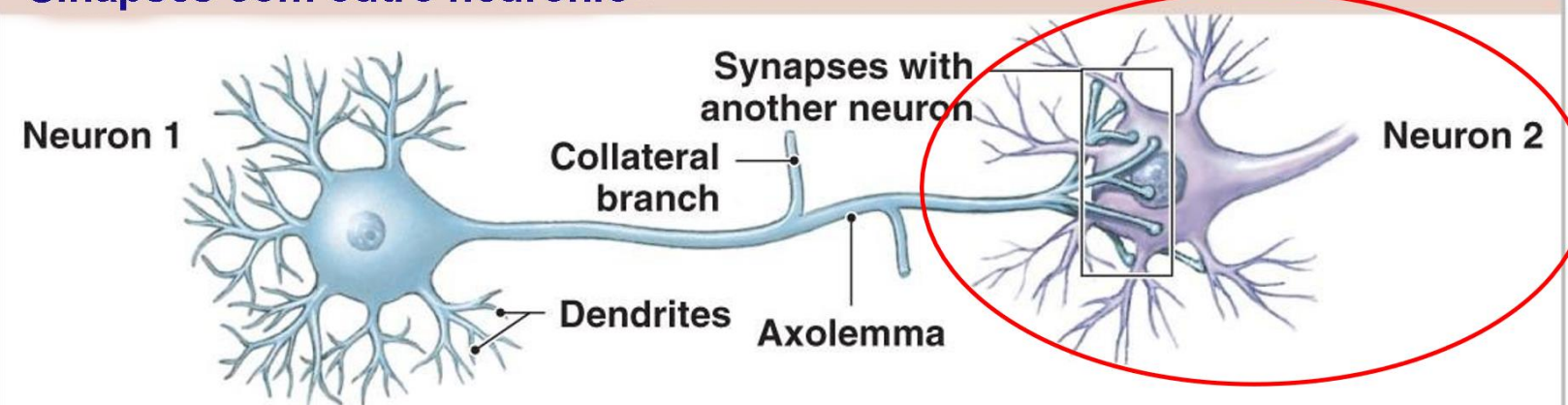
Sinapse



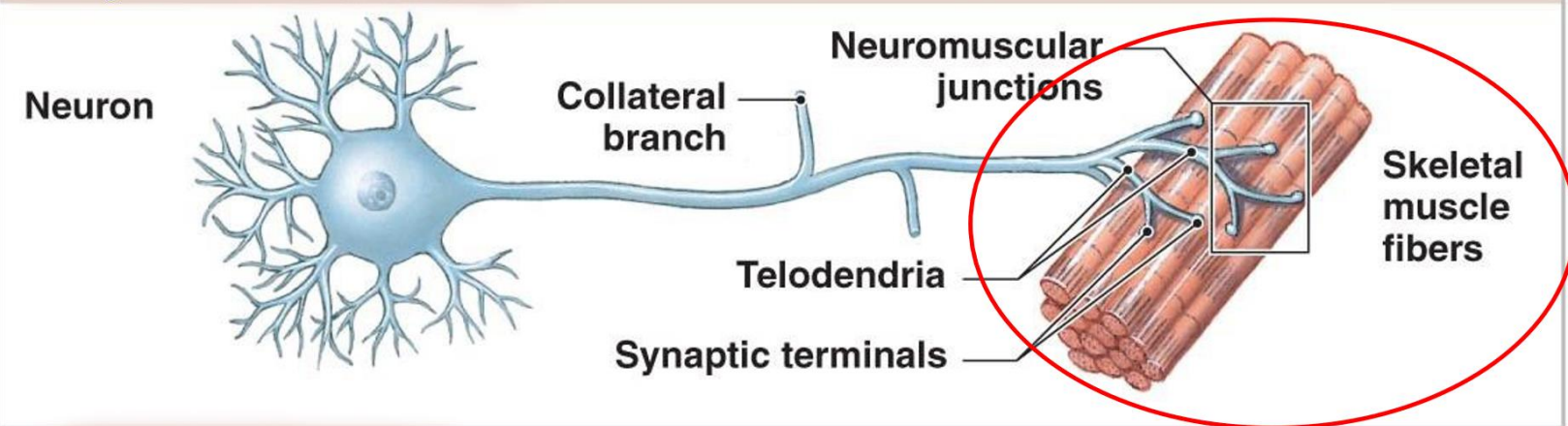
BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP

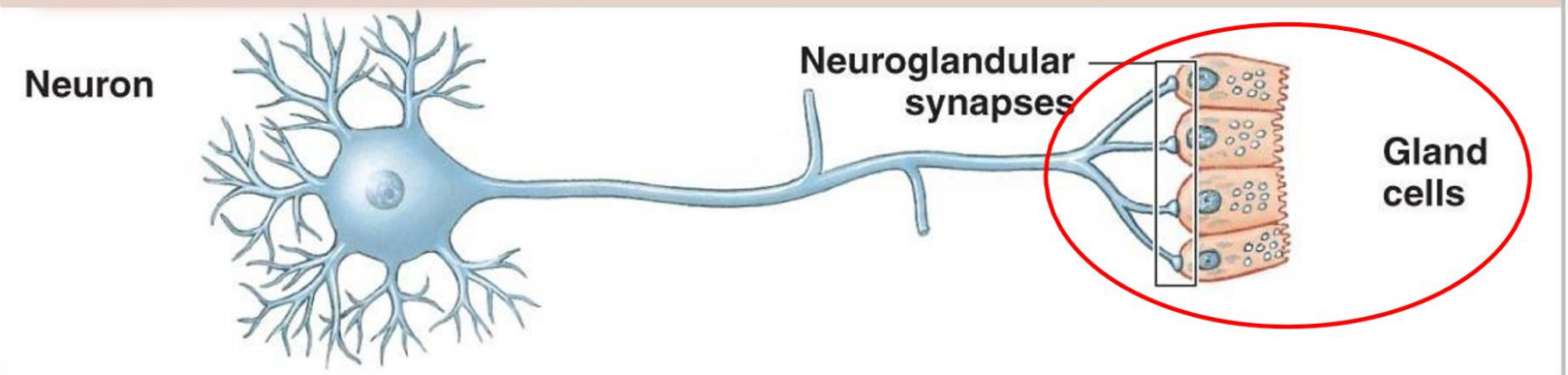
Sinapses com outro neurônio



Junção neuromuscular



Sinapses neuroglandular



© 2011 Pearson Education, Inc.



Classificação das sinapses

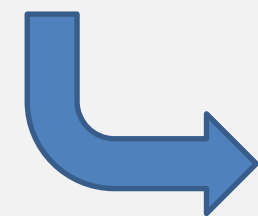


BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Quanto aos arranjos sinápticos em relação ao axônio terminal (componente pré-sináptico).

- ✓ **Axodendrítica:** a membrana pós-sináptica está em um dendrito
- ✓ **Axosomática:** a membrana pós-sináptica está no corpo celular
- ✓ **Axoaxônicas:** a membrana pós-sináptica está em um outro axônio

Existem sinapses que o componente pré-sináptico NÃO é um axônio:



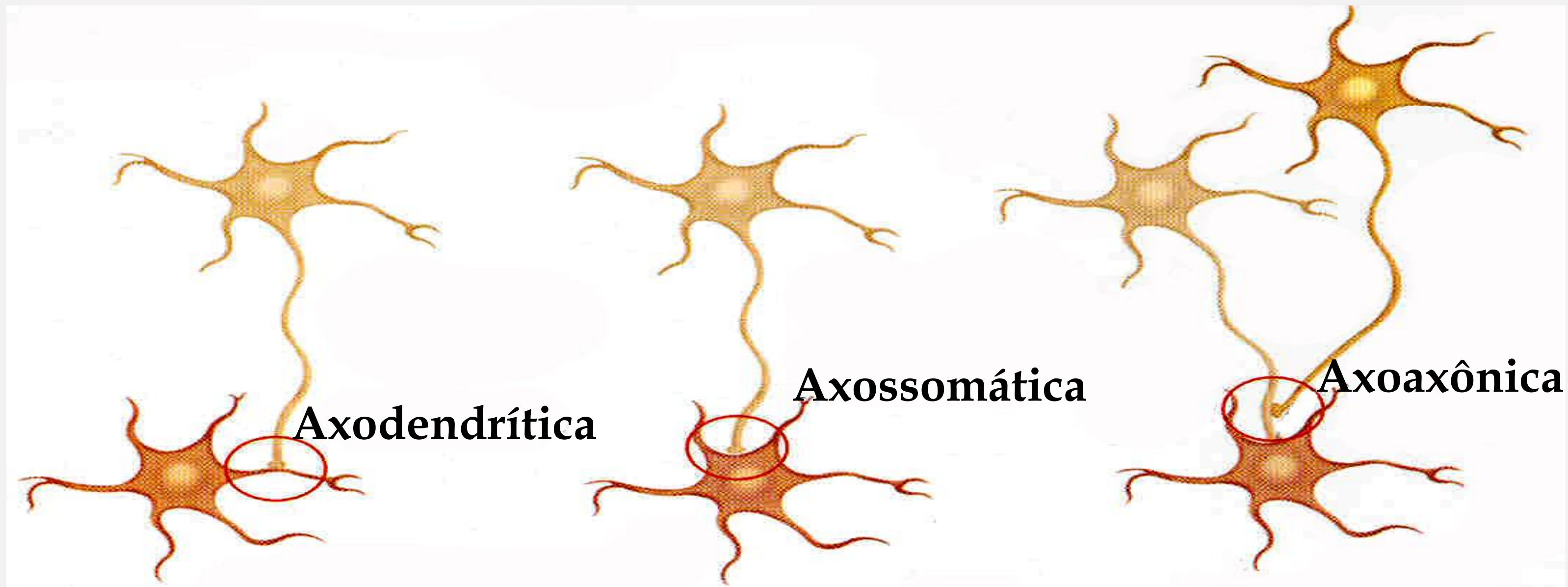
- ✓ **Dendrodendríticas**
- ✓ **Somatossomáticas**



Classificação das sinapses



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP





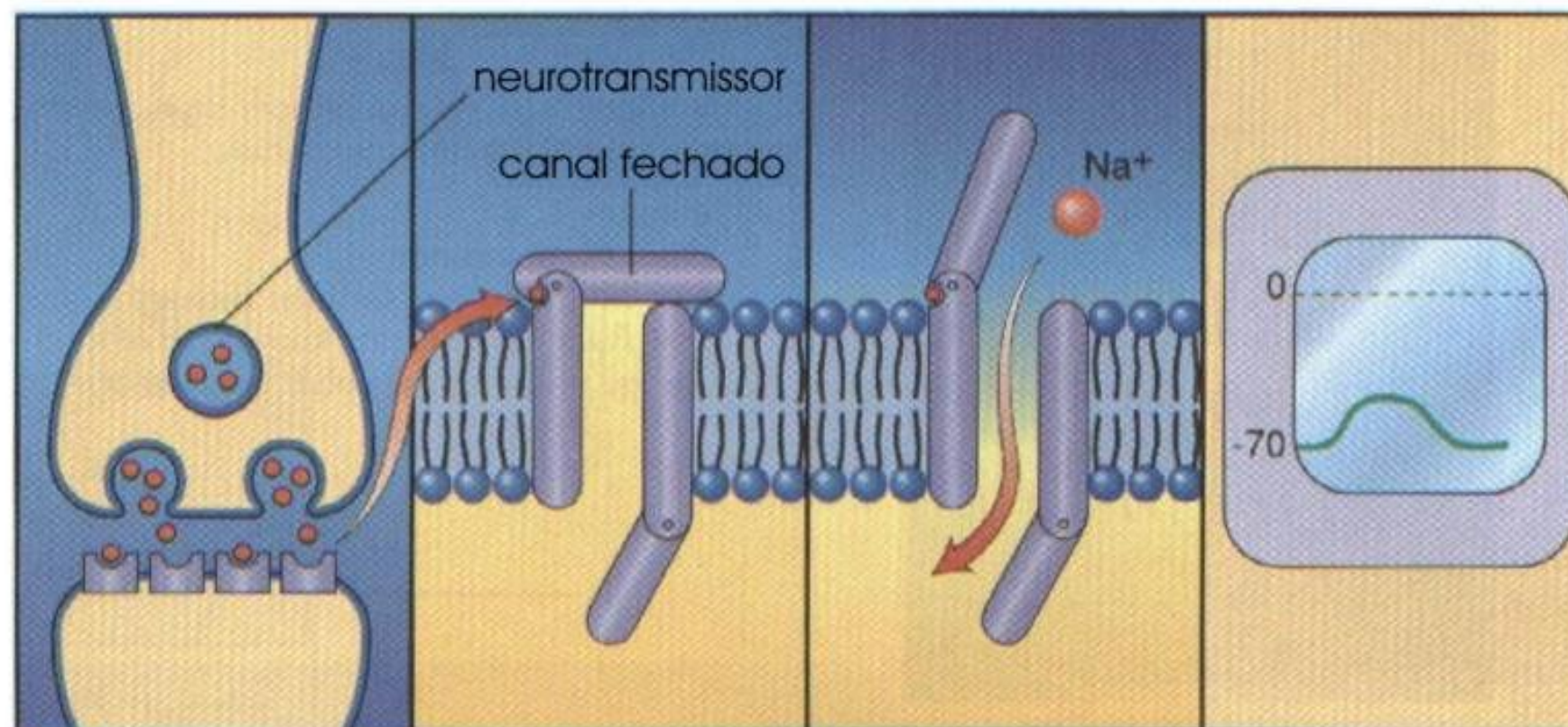
Sinapse - função



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

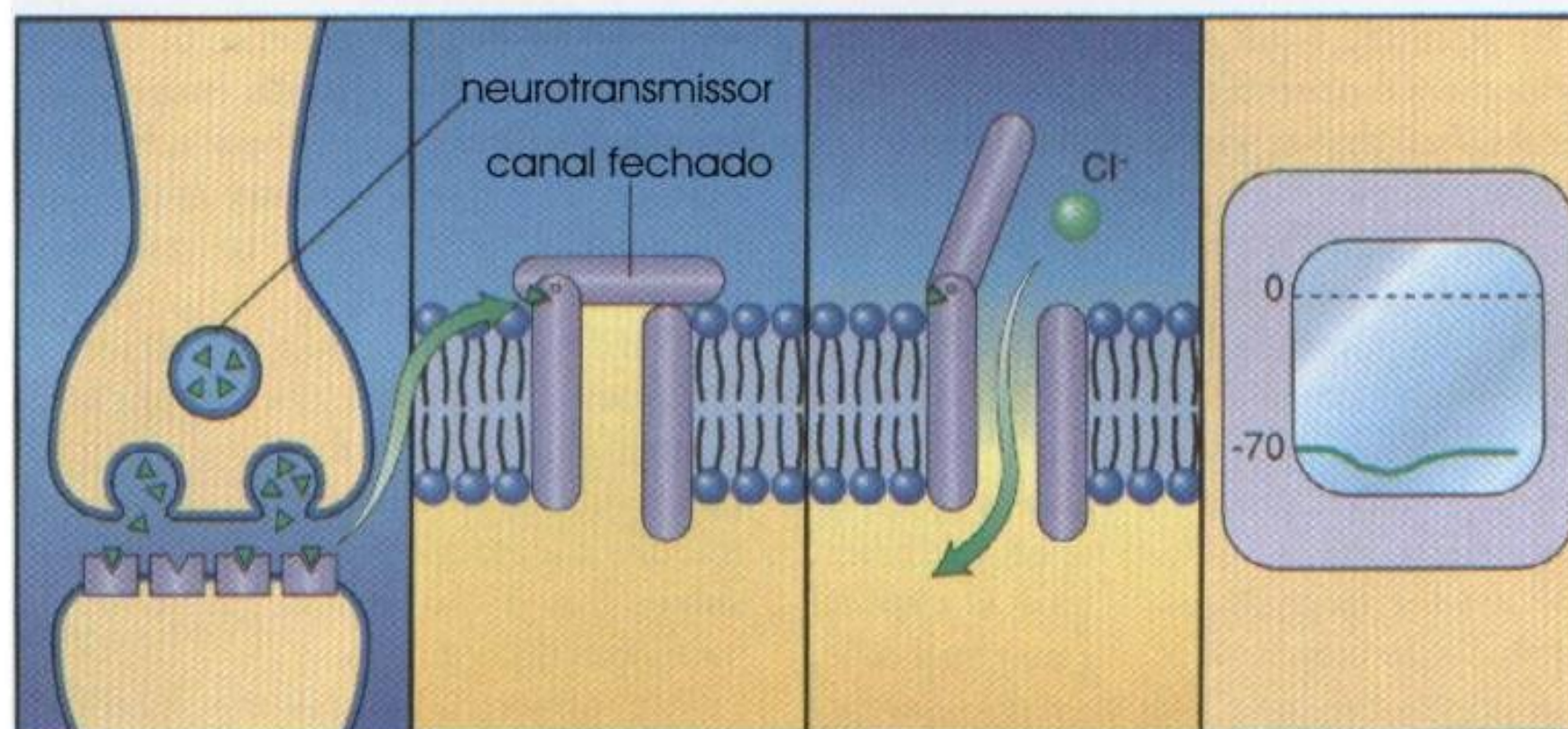
Sinapses excitatórias

facilitam o estabelecimento do potencial de ação



Sinapses inibitórias

dificultam o estabelecimento do potencial de ação



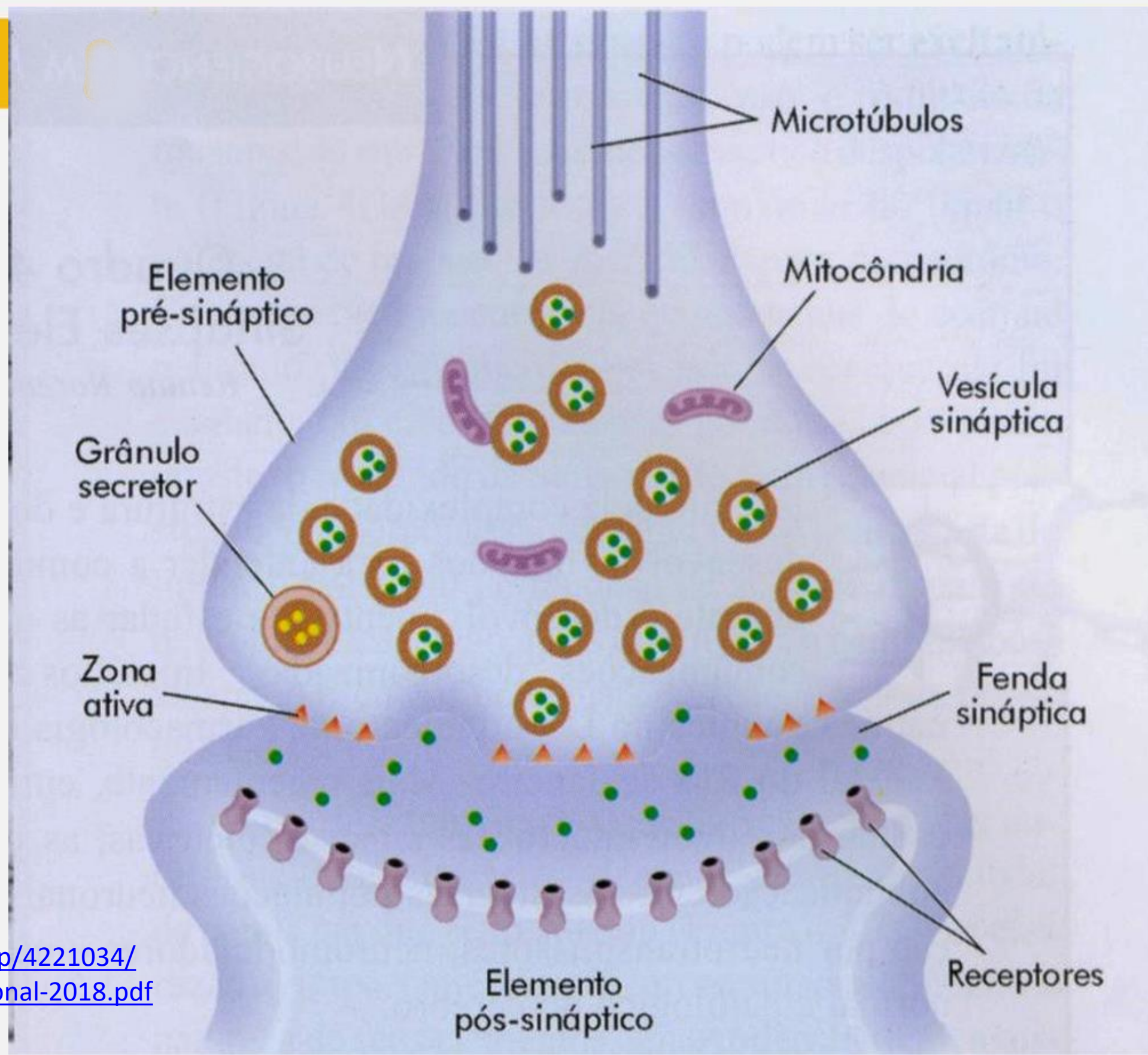


Elementos de uma sinapse química



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP





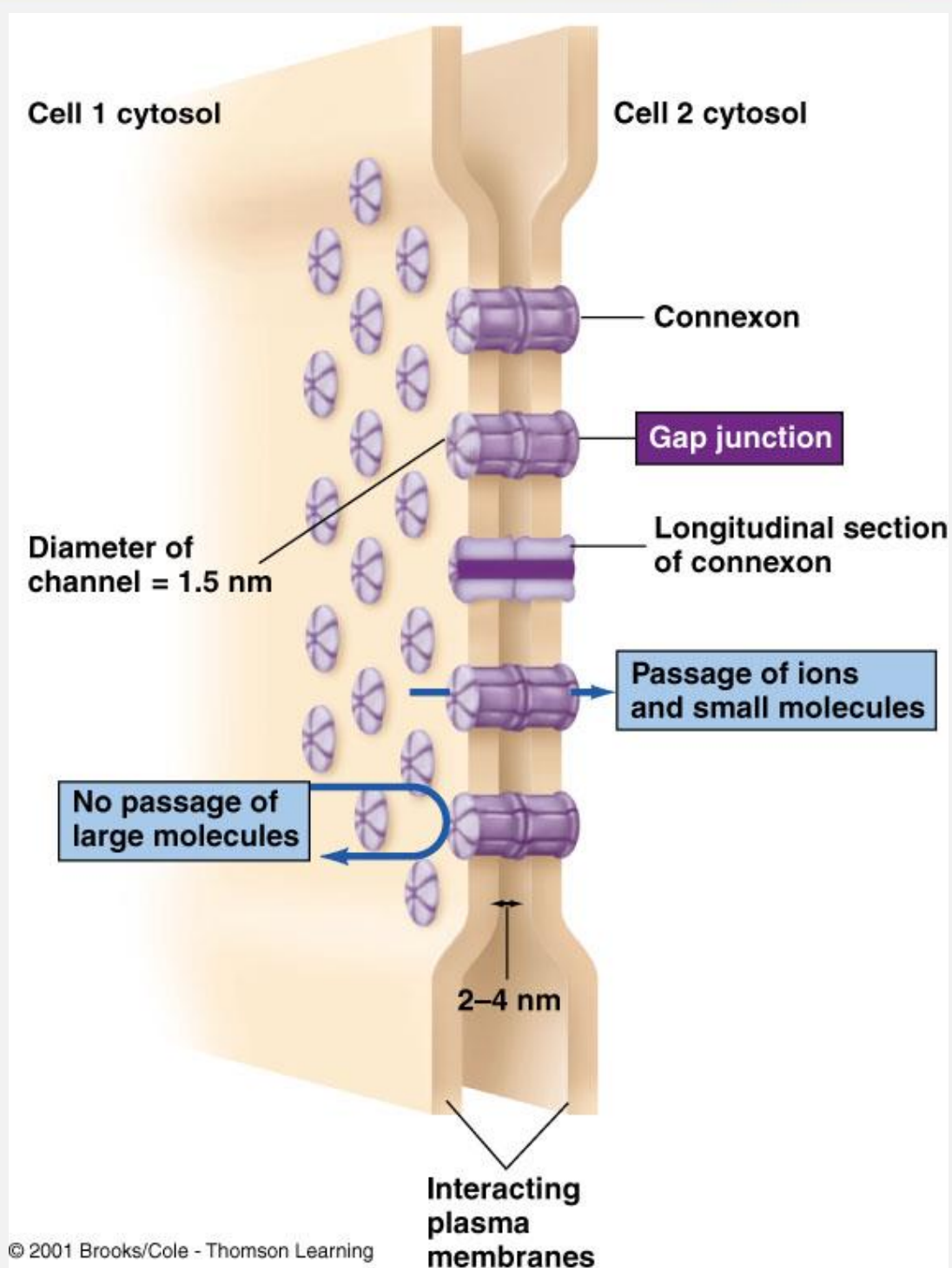
Sinapses Elétricas

(Condução bidirecional)



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



Ocorrência no SNC
Neurônios imaturos e gliócitos adultos

Informação é transmitida muito rapidamente, o que permite a sincronização de populações de células acopladas

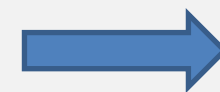


Sinapse Química

(condução unidirecional)

Sinapse

- ✓ Transforma um sinal elétrico (neurônio pré-sináptico) em sinal químico (célula pós-sináptica)



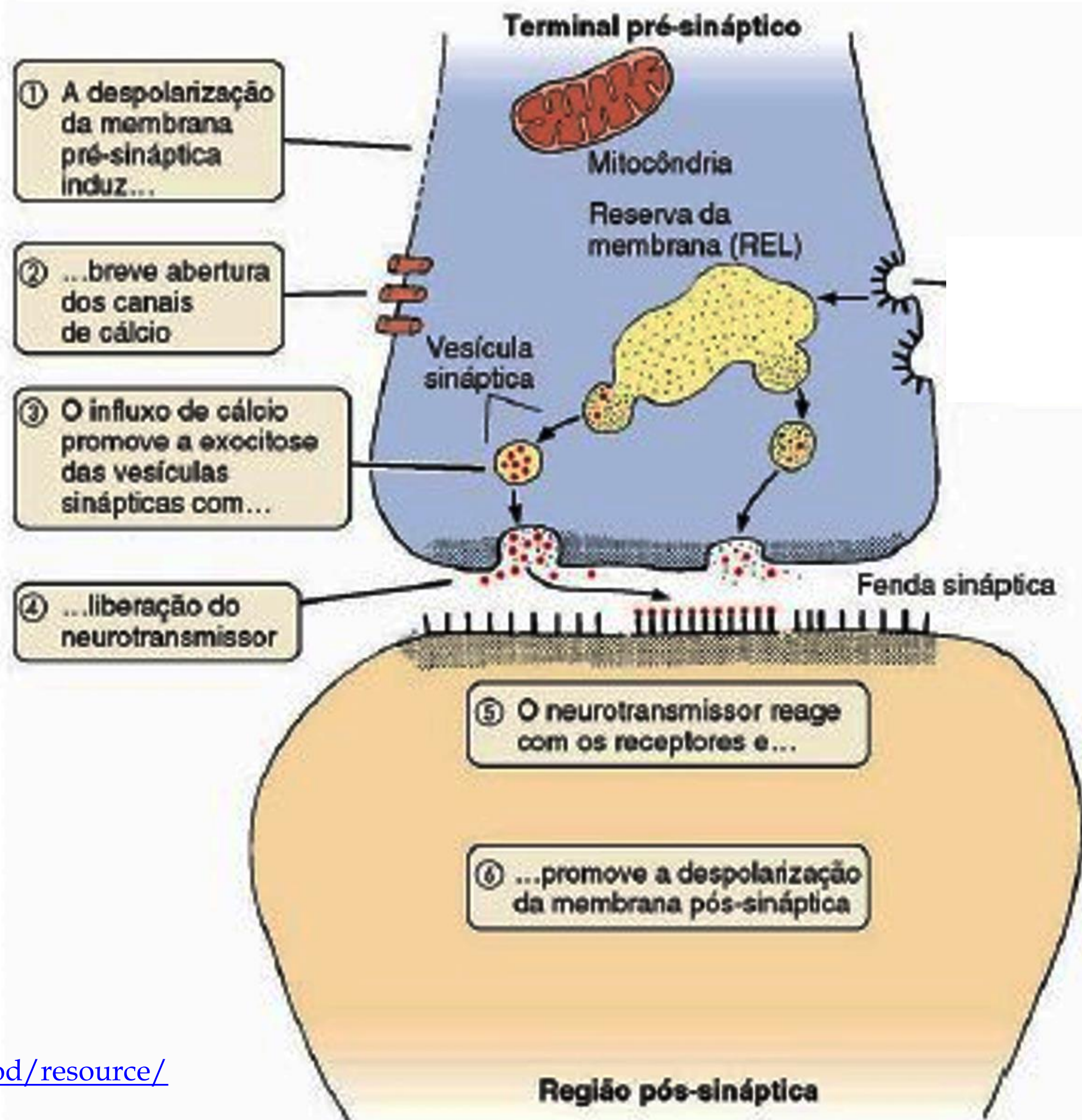
Neurotransmissores: os veículos químicos da mensagem nervosa

- ✓ Acetilcolina
- ✓ Epinefrina
- ✓ Glicina
- ✓ Norepinefrina
- ✓ Serotonina
- ✓ Glutamato
- ✓ *GABA*, etc.



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Sinapse





BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Transmissão sináptica química: Eventos



- 1) Síntese, transporte e armazenamento do neurotransmissor (NT)
- 2) Chegada do potencial de ação ao terminal axônica
- 3) Abertura dos canais de cálcio voltagem dependentes
- 4) Ancoragem das vesículas contendo NT nas zonas ativas da membrana pré-sináptica
- 5) Liberação do NT na fenda sináptica
- 6) Difusão e reconhecimento do NT pelo receptor pós sináptico
- 7) Deflagração do potencial pós sináptico
- 8) Desativação do NT



Neurotransmissores



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

A neurotransmissão é totalmente dependente da entrada de cálcio no terminal pré-sináptico por canais de cálcio dependentes de potencial.



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Os principais neurotransmissores



- ✓ Acetilcolina–neurotransmissor da junção neuromuscular
- ✓ Glutamato–principal neurotransmissor excitatório central
- ✓ GABA –principal neurotransmissor inibitório central
- ✓ Glicina–neurotransmissor inibitório

Outros neurotransmissores

- ✓ ATP
- ✓ Adrenalina, noradrenalina
- ✓ Serotonina
- ✓ Dopamina
- ✓ Histamina
- ✓ Neuropeptídeos

Alguns Neurotransmissores e Neuromoduladores mais Comuns

| <i>Neurotransmissores</i> | | | <i>Neuromoduladores</i> | |
|---------------------------------------|---|-------------------------------|--|--------------------------|
| <i>Aminoácidos</i> | <i>Aminas</i> | <i>Purinas</i> | <i>Peptídeos</i> | <i>Gases</i> |
| Ácido γ -amino-butírico (GABA) | Acetilcolina (ACh) | Adenosina | Gastrinas: gastrina, colecistocinina (CCK) | Óxido nítrico (NO) |
| Glutamato (Glu) | Adrenalina ou Epinefrina | Trifosfato de adenosina (ATP) | Hormônios da neuro-hipófise: vasopressina, ocitocina | Monóxido de carbono (CO) |
| Glicina (Gly) | Dopamina (DA) | | Insulinas | |
| Aspartato (Asp) | Histamina | | Opióides: encefalinas (Enk), β -endorfina | |
| | Noradrenalina ou Norepinefrina (NA ou NE) | | Secretinas: secretina, glucagon, peptídeo intestinal vasoativo (VIP) | |
| | Serotonina (5-HT) | | Somatostatinas | |
| | | | Taquicininas: substância P (SP), substância K (SK) | |



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP



Receptores Sinápticos

Complexo molecular de natureza protéica, embutido na membrana bilipídica pós sináptica capazes de estabelecer ligação química específica com um neurotransmissor ou neuromodulador, que por sua vez resulta no aparecimento de um potencial pós sináptico.

Ionotrópicos: canal iônico

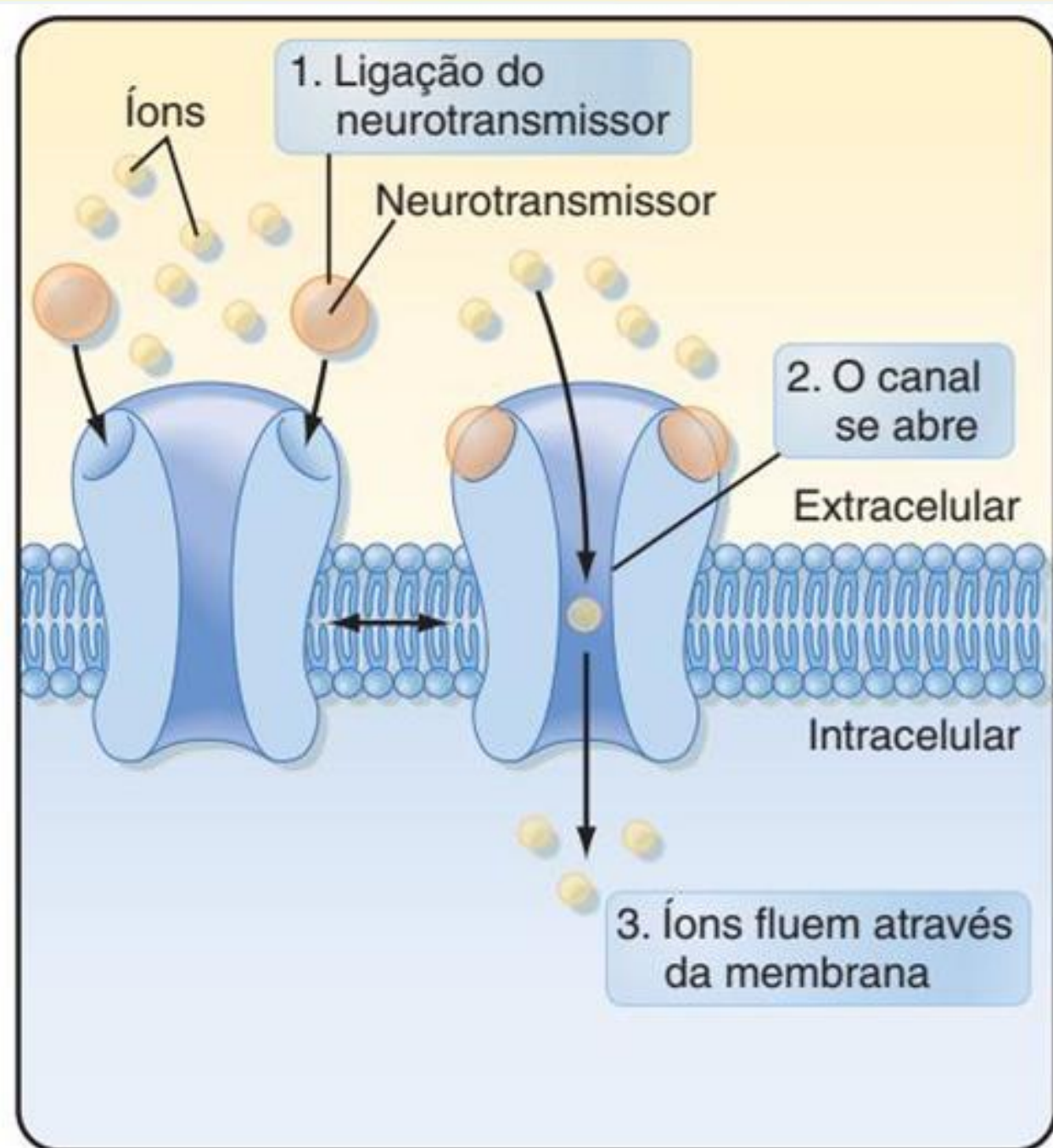
Metabotrópicos: proteína G ou tirosinoquinases



Receptores Ionotrópicos

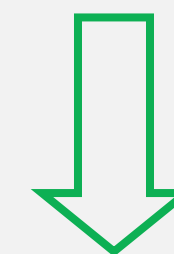
BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP

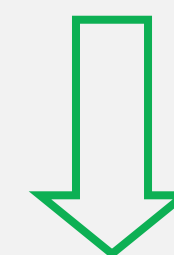


Canais iônicos controlados por ligante (ionotrópicos)

Ligante



Alteração Conformacional



Abertura do canal

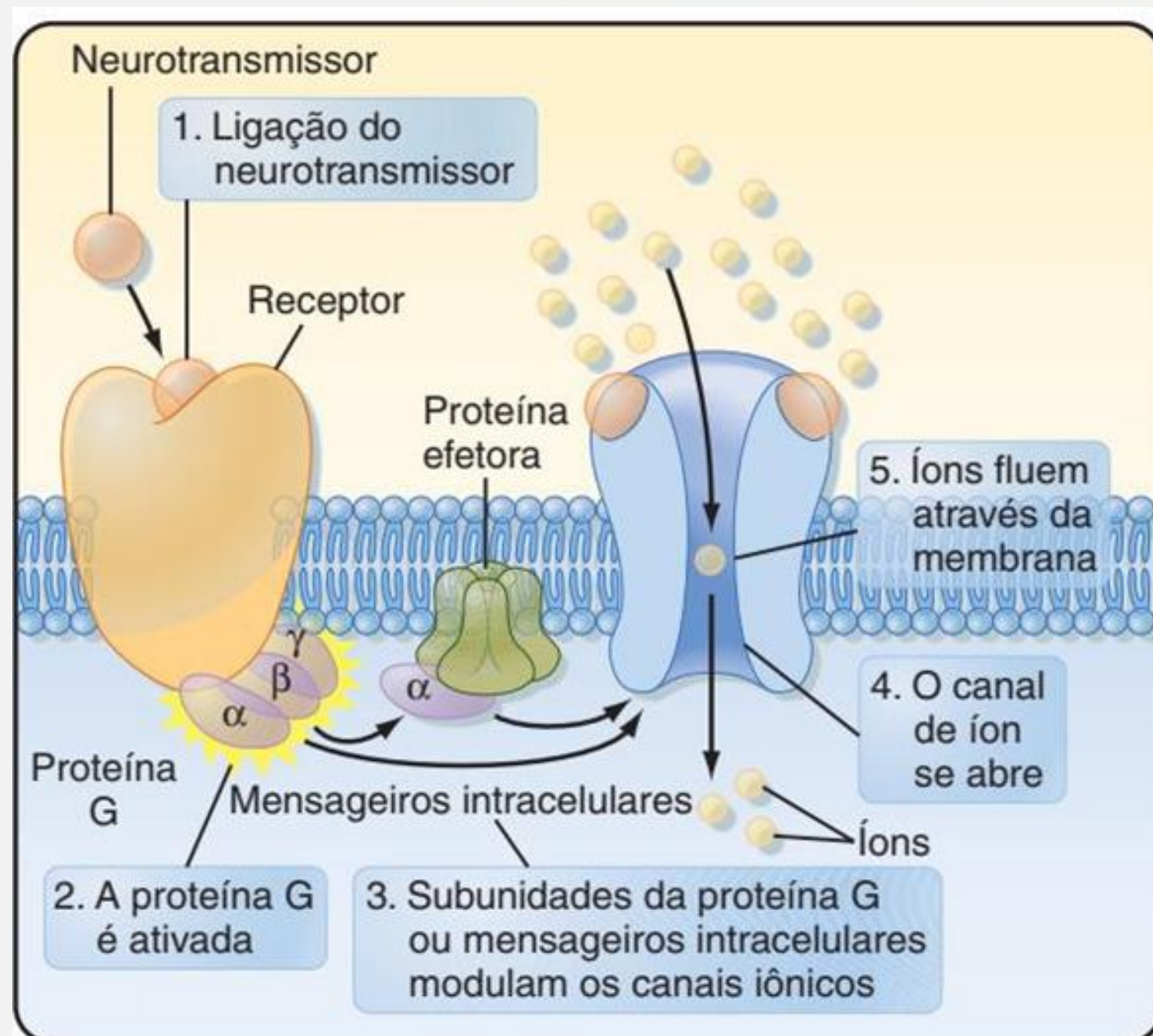


Receptores Metabotrópicos



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP



Receptores acoplados às proteínas G (metabotrópicos)

Associados a proteína G

Ação direta de subunidades da proteína G sobre canais iônicos

Ação através de segundos mensageiros que modulam os canais iônicos



Neurotransmissores

Receptores e os potenciais pós-sinápticos



BRAIN BEE 2020

RIBEIRÃO PRETO-SP

✓ Transmissores excitatórios abrem canais catiônicos (+)

• Acetilcolina

– Receptor nicotínico

• Glutamato (principal NT central)

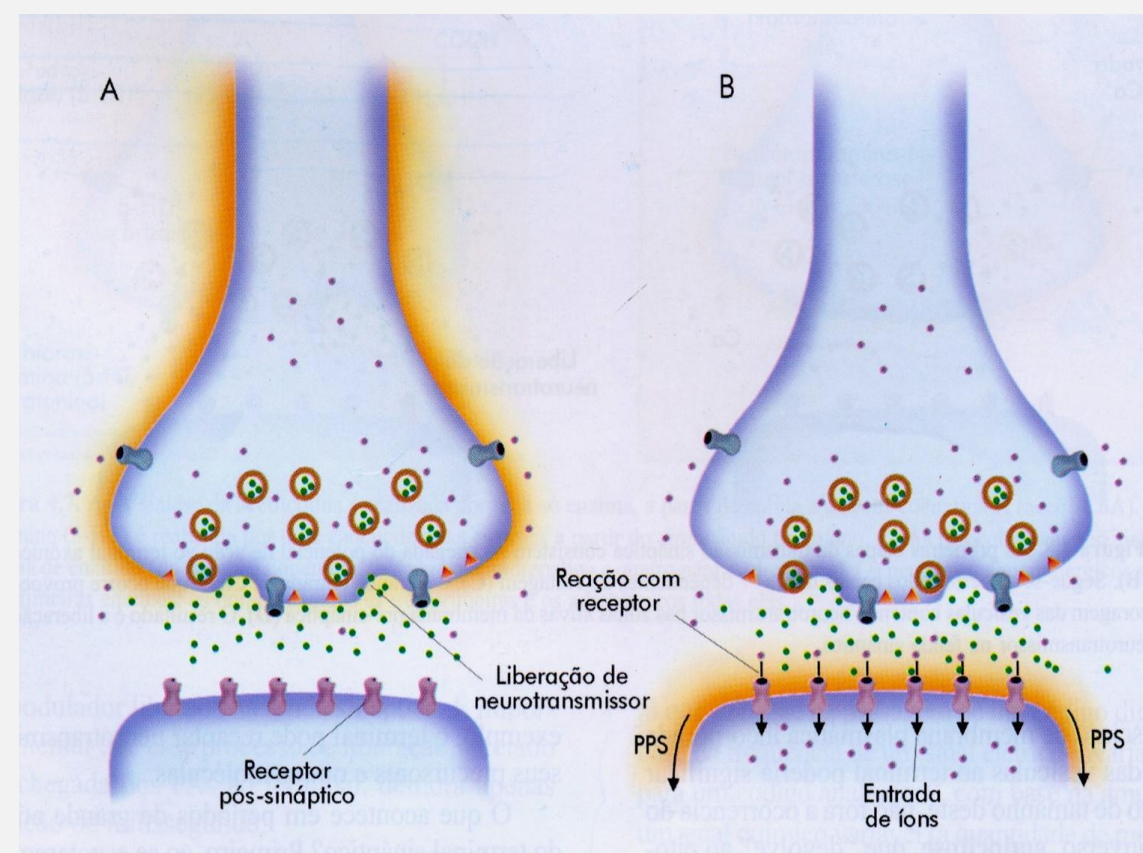
– Receptor AMPA

– Receptor kainato

– Receptor NMDA

• ATP

– Receptor P2X



✓ Transmissores inibitórios abrem canais aniônicos permeáveis ao cloreto

• Ácido gama amino butírico (GABA)

– Receptor GABA_A

• Glicina

– Receptor glicinérgico

Principais classes e tipos de receptores pós-sinápticos no sistema nervoso

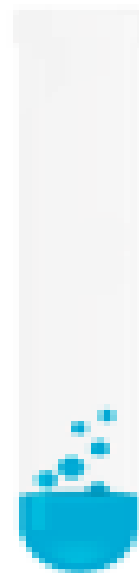
| Iontrópicos | Metabotrópicos | | | | |
|---|---|--|---------------------------|------------------|--|
| | Proteína G | | | | Tirosina-cinase |
| | Ação da Proteína G sobre canais iônicos | Ação da Proteína G através de segundos mensageiros | | | Ação enzimática citoplasmática do receptor |
| | | AMPc | DAG/IP ₃ | Ác. Araquidônico | |
| ACh-N (Na ⁺ e K ⁺) | ACh-M (K ⁺) | NA-β (Ca ⁺⁺) | Glu-m | Histamina | Neurotrofinas |
| GABA _A (Cl ⁻) | GABA _B (K ⁺ ou Ca ⁺⁺) | NA-α ₂ (K ⁺) | 5-HT (Ca ⁺⁺) | | |
| Glu-nNMDA (Na ⁺ e K ⁺) | | 5-HT (K ⁺ e Ca ⁺⁺) | ATP/ADP | | |
| Glu-NMDA (Na ⁺ , K ⁺ , e Ca ⁺⁺) | | ATP/ADP | ACh-M (Ca ⁺⁺) | | |
| Gly (Cl ⁻) | | DA | | | |
| 5-HT ₃ (Na ⁺ e K ⁺) | | | | | |

Nossos sentimentos quimicamente explicados!

ESQUIZOFRENIA



ANSIEDADE



FELICIDADE



ELES REGULAM
NOSSA VIDA

SEROTONINA

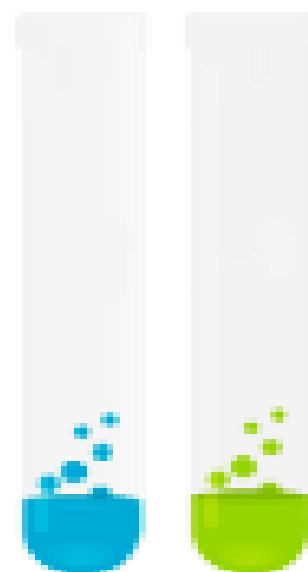
DOPAMINA

NORADRENALINA

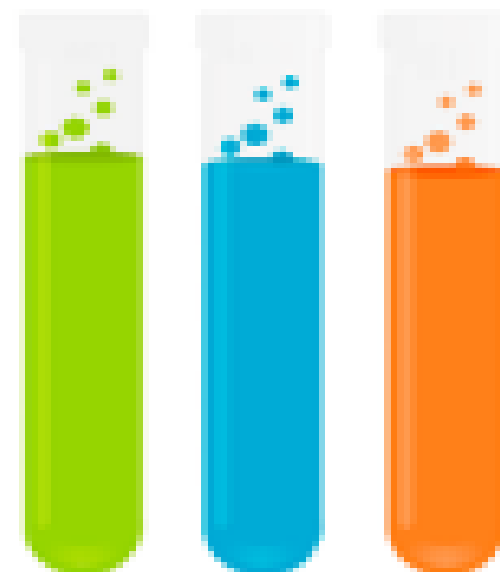
ADRENALINA

OXITOCINA

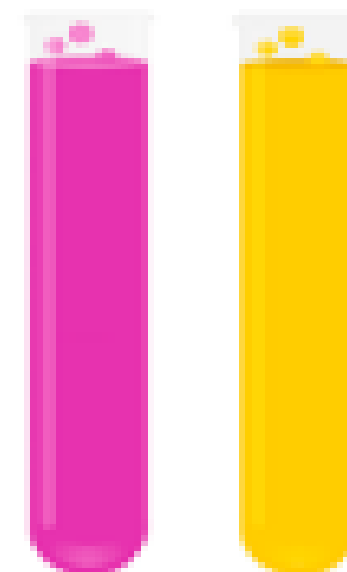
DEPRESSÃO



AMOR



LUTA & FUGA



MONTAGEM:
DIARIODEBIOLOGIA.COM



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP



Dúvidas??

mfss.sampaio@gmail.com



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Material complementar



Web – potencial de ação

<http://www.youtube.com/watch?v=iA-Gdkje6pg>

https://www.youtube.com/watch?v=YP_P6bYvEjE

1- Material da Casa das Ciências, disponível para download

<https://www.youtube.com/watch?v=O0fxQNA35mA>

2 - Tipos de neurônios: Classificação estrutural

<https://www.youtube.com/watch?v=gTCkOoOw9b0>

3 - Neurônios e neurotransmissores: estrutura

https://www.youtube.com/watch?v=uquFV6BJ_Y0



BRAIN BEE 2020
RIBEIRÃO PRETO-SP

Material complementar



- Glia: dos velhos conceitos às novas funções de hoje e as que ainda virão *Estud. av. 27 (77) São Paulo 2013* <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100006>
- CÉLULAS DA GLIA (NEURÓGLIA) <https://www.youtube.com/watch?v=naknMYYL0VA>
- SINAPSE <https://www.youtube.com/embed/XfeaMbTKdV8?modestbranding=1>
- <https://pt.khanacademy.org/science/health-and-medicine/nervous-system-and-sensory-infor/neural-cells-and-neurotransmitters/v/microglia>