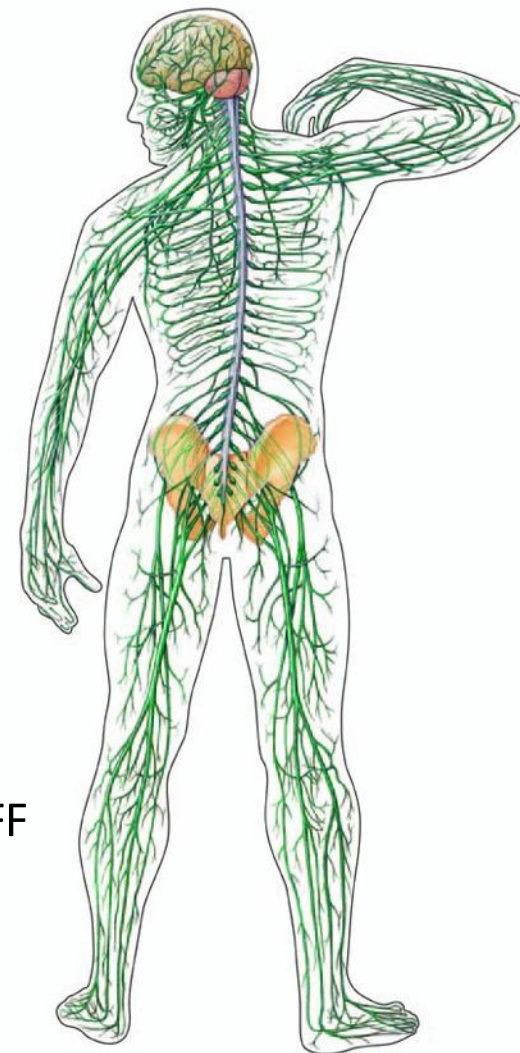


Sistema Nervoso e Potencial de ação



ELYZABETH DA CRUZ CARDOSO.

PROFA TITULAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF
INSTITUTO DE SAÚDE DE NOVA FRIBURGO.

DISCIPLINAS DE FISIOLOGIA HUMANA

CURSOS DE ODONTOLOGIA E FONOAUDIOLOGIA

SISTEMA NERVOSO E POTENCIAL DE AÇÃO

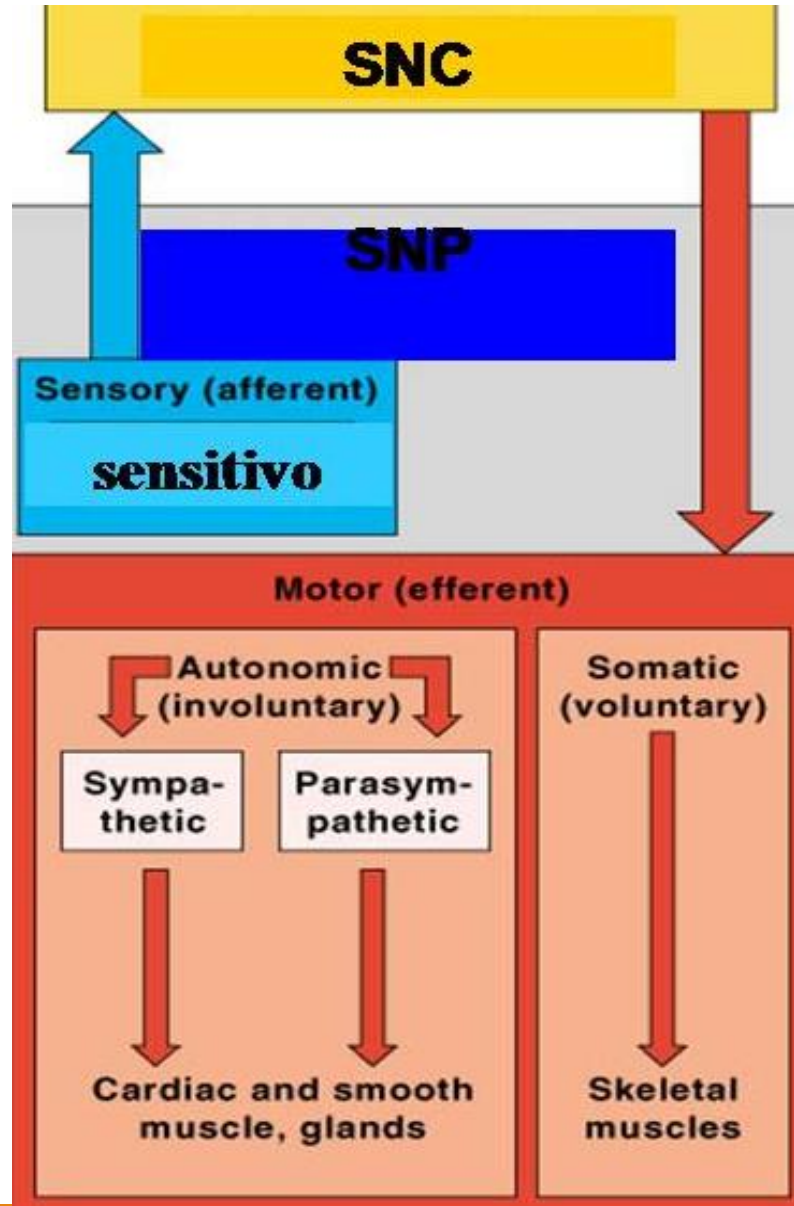
OBJETIVOS DA AULA

- ✓ Evidenciar as características funcionais básicas das células do sistema nervoso.
- ✓ Conhecer os tipos de comunicação do sistema nervoso e como se dá o seu funcionamento.
- ✓ Conhecer o papel das membranas excitáveis e o comportamento elétrico passivo da membrana neuronal.
- ✓ Estabelecer os fatores desencadeantes de um potencial de ação pelo neurônio.

O SISTEMA NERVOSO

- Formado por milhares de células nervosas e funciona como uma rede de comunicações
- Integração e regulação das funções dos diversos órgãos e sistemas corporais
- Envia sinais químicos e elétricos.
- Trabalha em íntima associação com o sistema endócrino (neuroendócrino)

O SISTEMA NERVOSO



CÉLULAS DO SISTEMA NERVOSO



➤ NEURÔNIOS

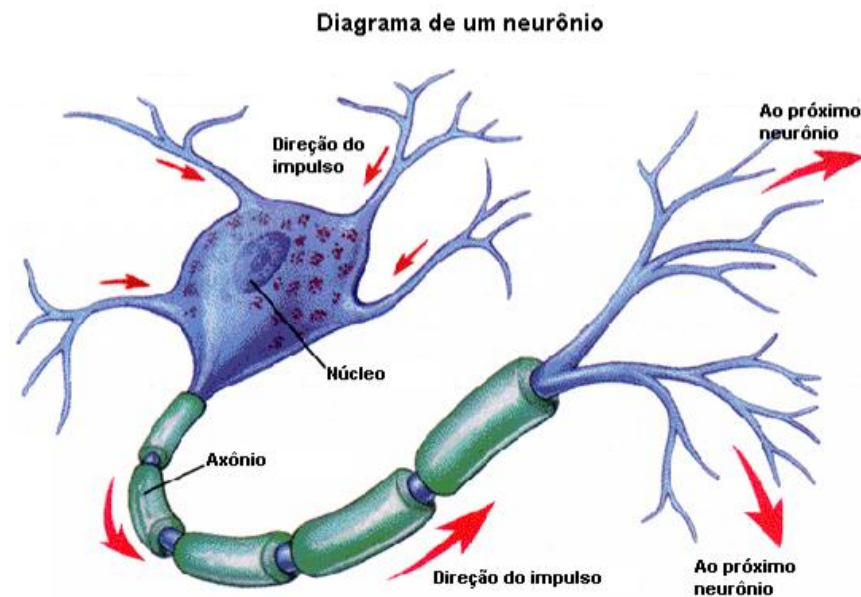
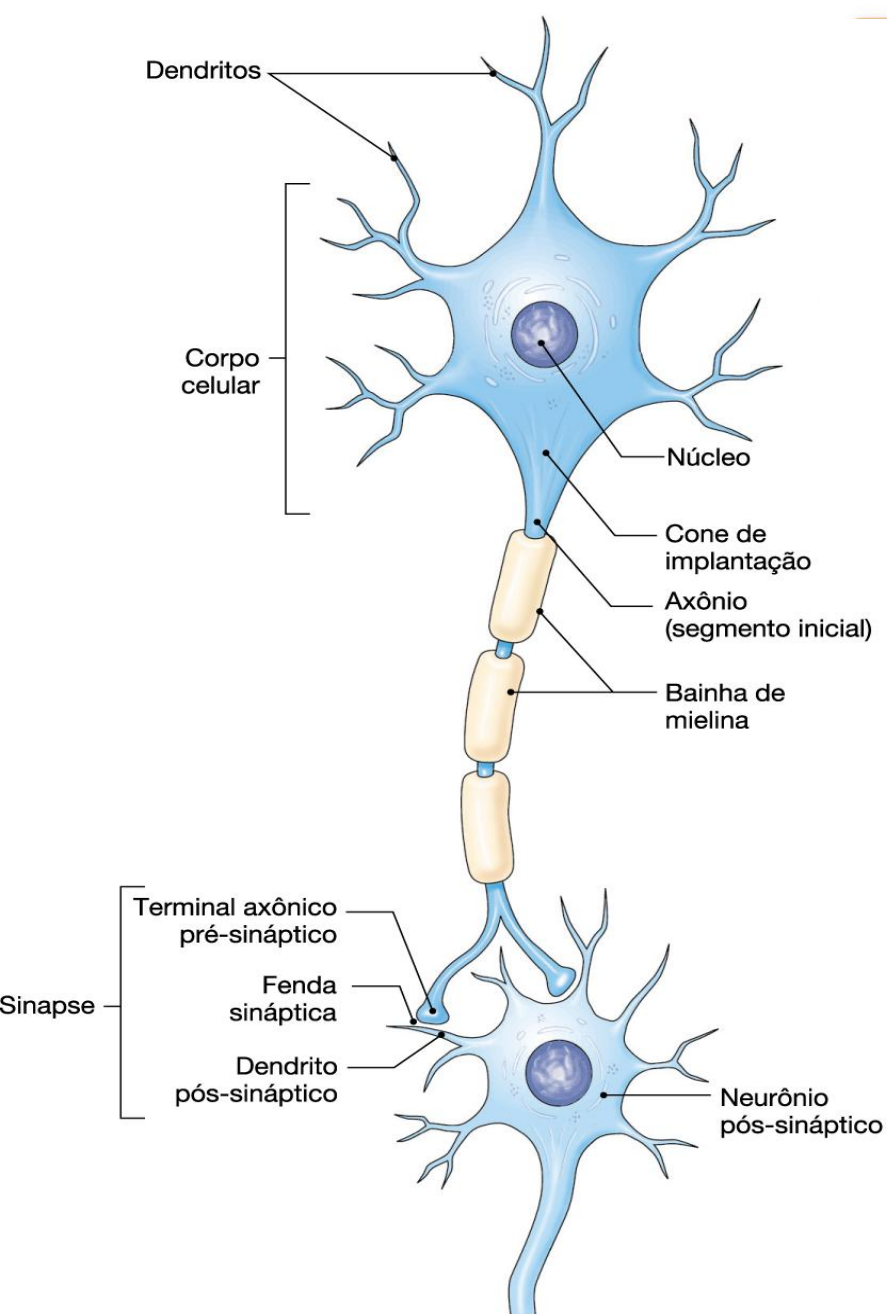
- Sensoriais ou aferentes
- Motores ou eferentes
- Interneurônios ou neurônios de conexão

➤ CÉLULAS DA GLIA (NEUROGLIA)

- **Células de Schwann /Oligodendrócitos-** Participam do processo de formação da bainha de mielina que envolve e protege os axônios.
- **Astrocistos** – são as células mais comuns, compõem cerca de metade do cérebro. Há vários subtipos relacionados com funções diversas em especial o metabolismo dos neurotransmissores, sua captação e o funcionamento das sinapses. Ajudam a formar a barreira hematoencefálica.
- **Microglia** – têm função semelhante aos dos macrófagos (células do sistema imunitário), isto é, fazem a fagocitose. Ajudam a formar a barreira hematoencefálica.
- **Células endodimárias** – são células de revestimento do sistema nervoso. Elas revestem os ventrículos do encéfalo e o canal central da medula.

NEURÔNIO

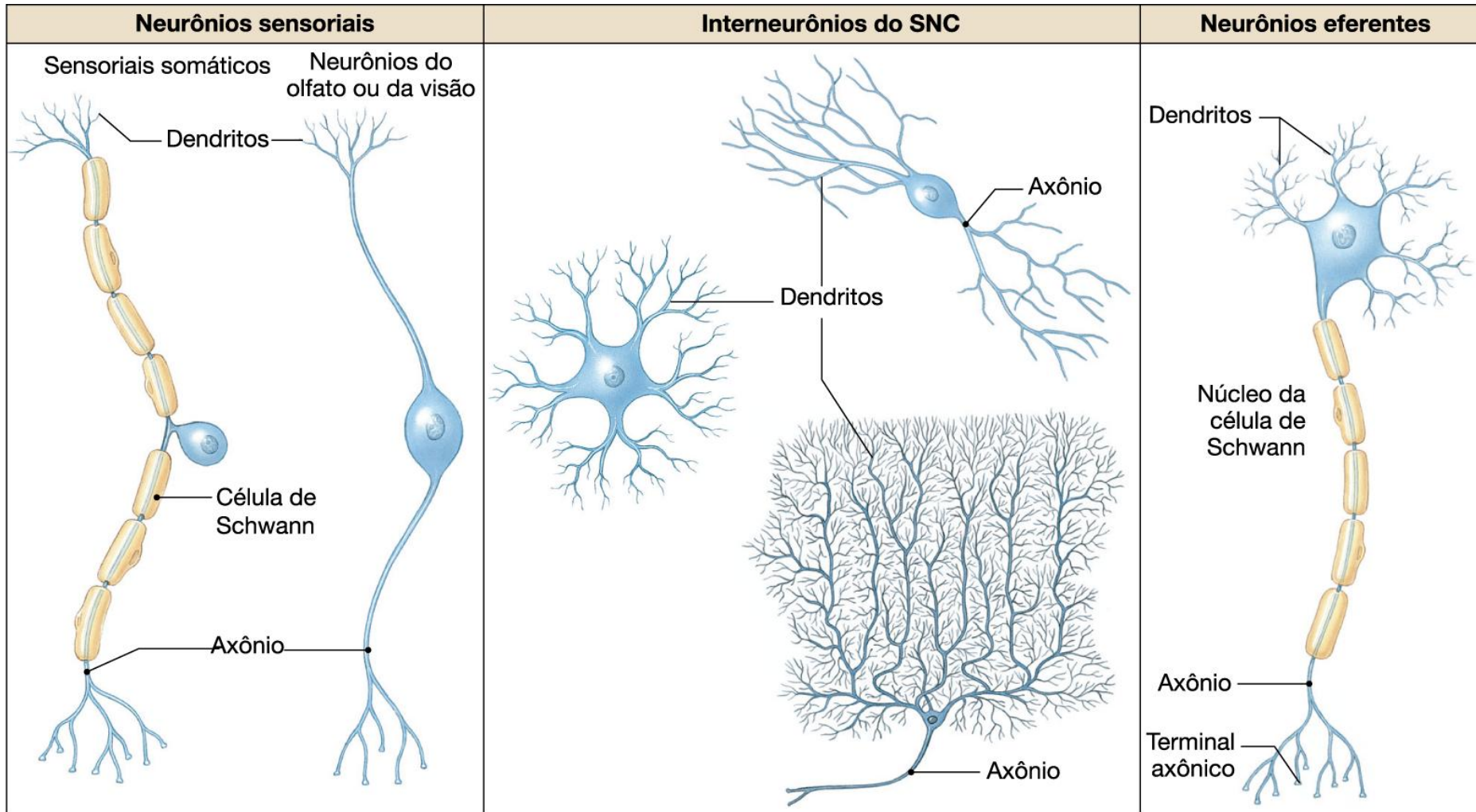
Base funcional do Sistema Nervoso



Fonte: SILVERTHORN (2010)

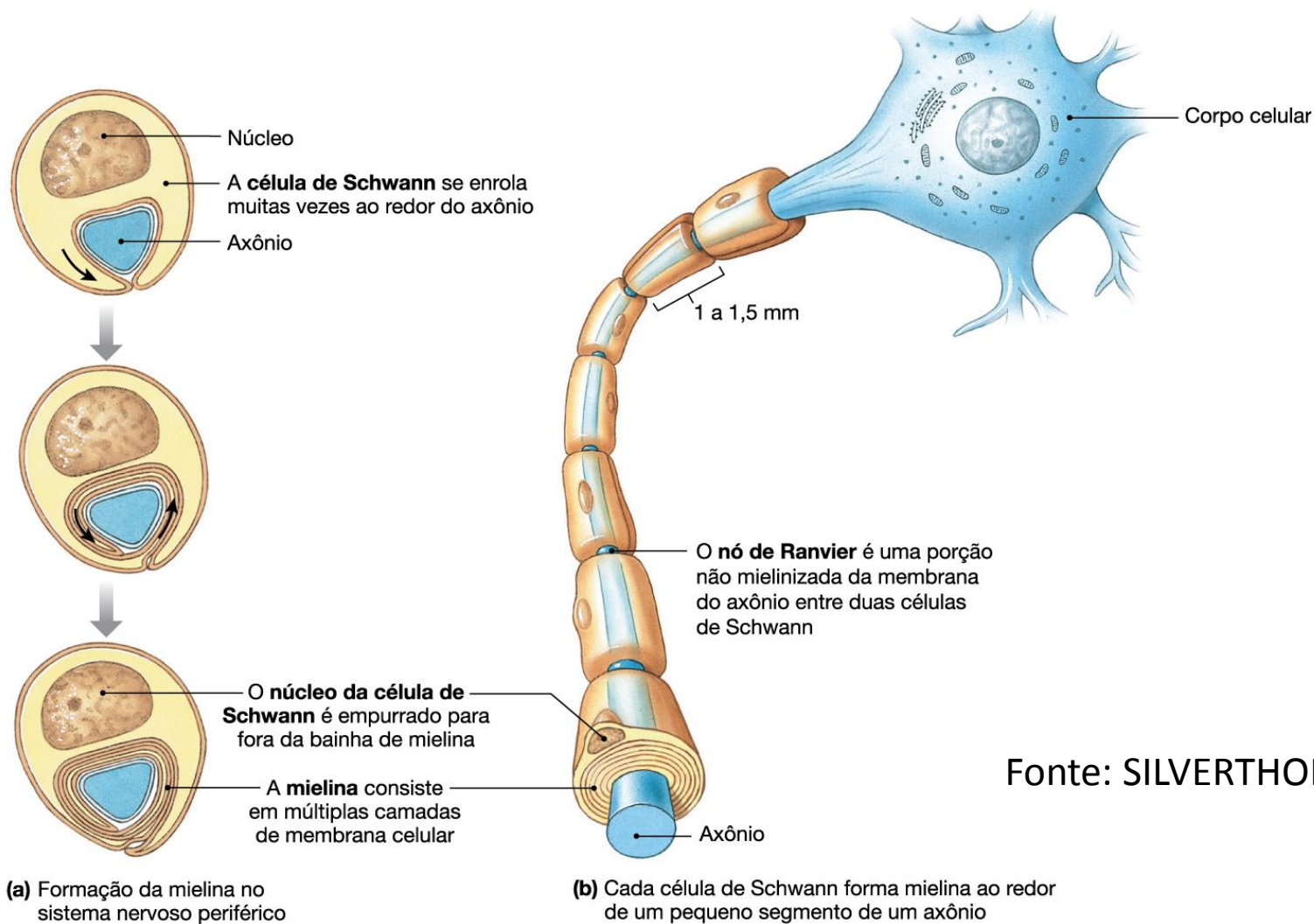
NEURÔNIO

Base funcional do Sistema Nervoso



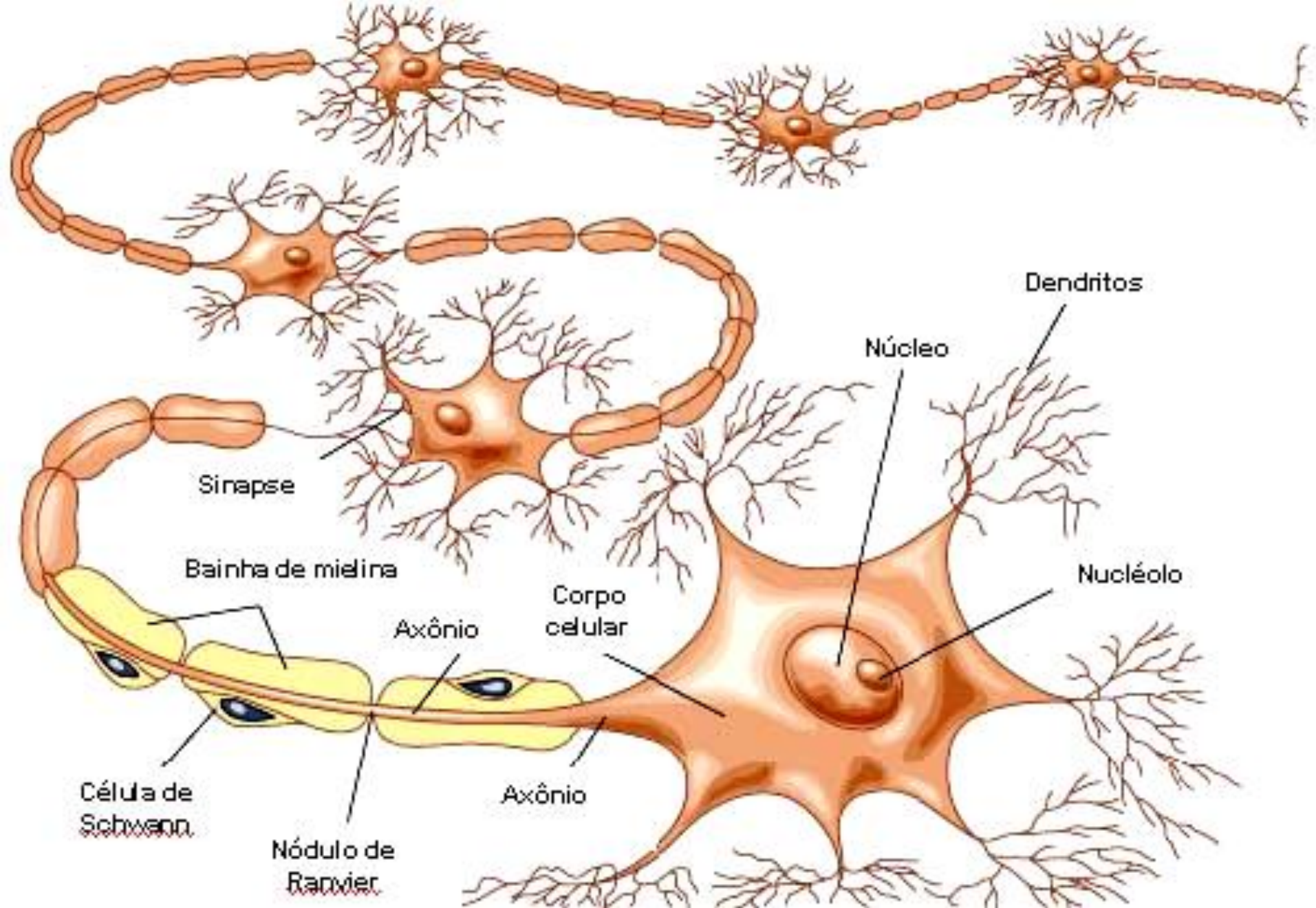
Fonte: SILVERTHORN (2010)

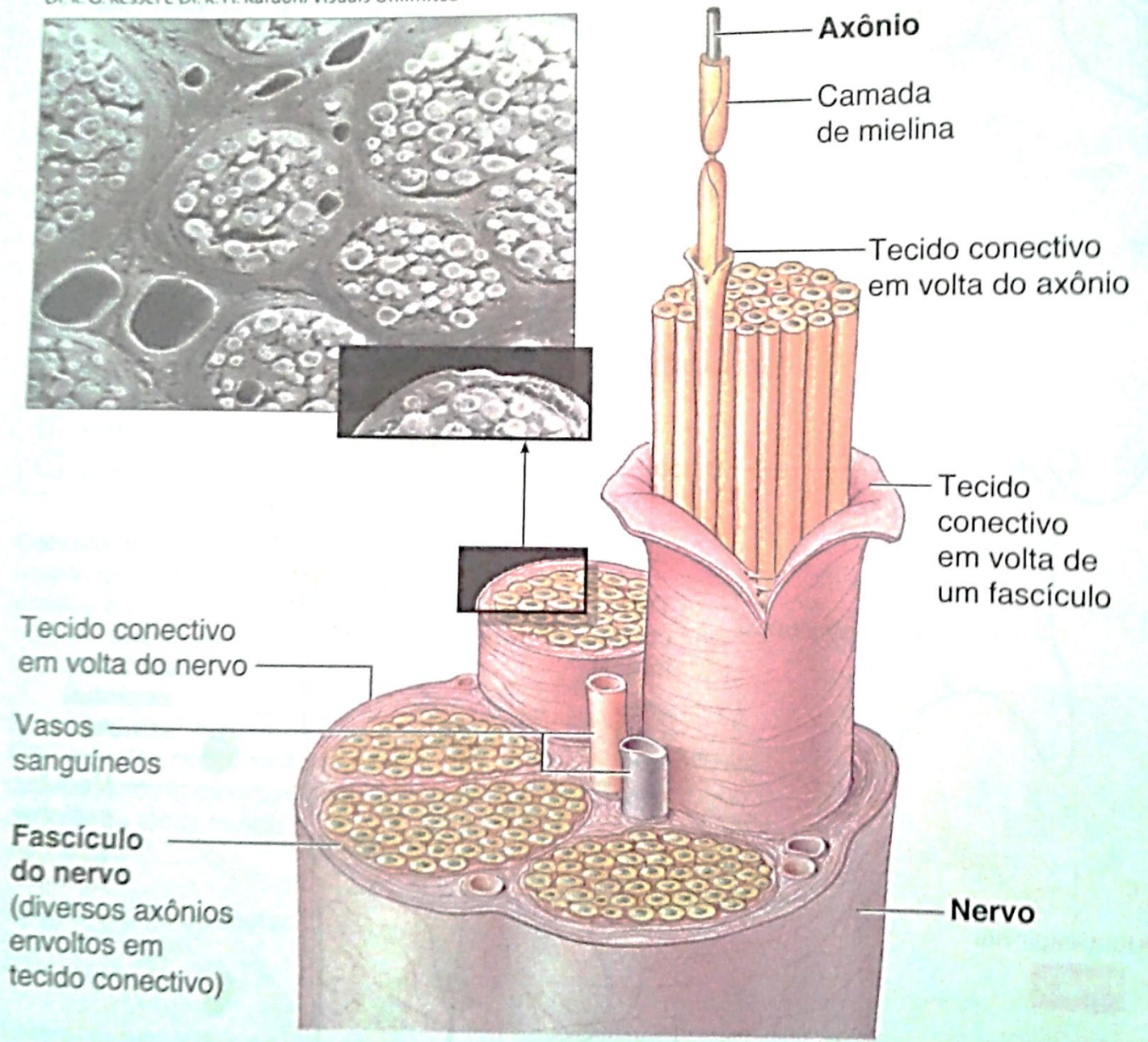
CÉLULA DE SCHWANN



Fonte: SILVERTHORN (2010)

● **FIGURA 8-6** As células de Schwann formam mielina em torno de neurônios periféricos.







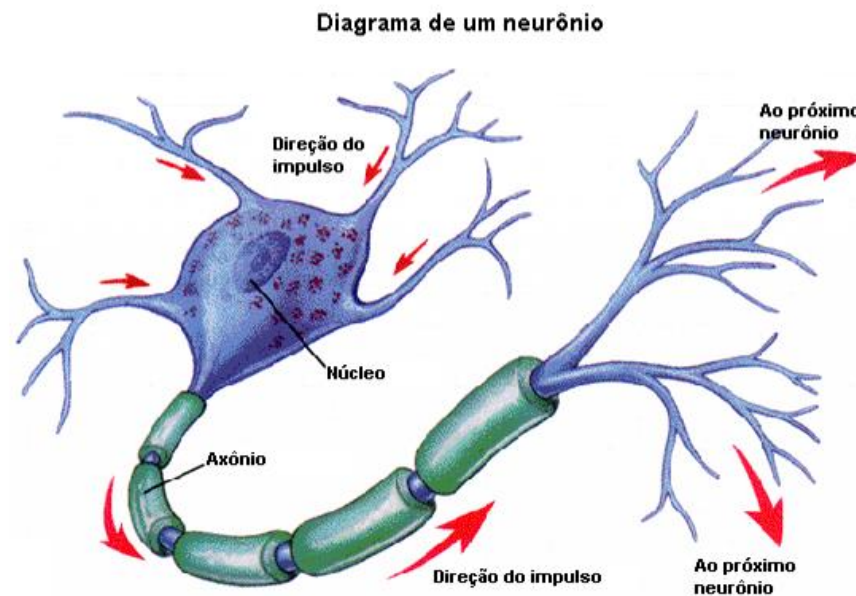
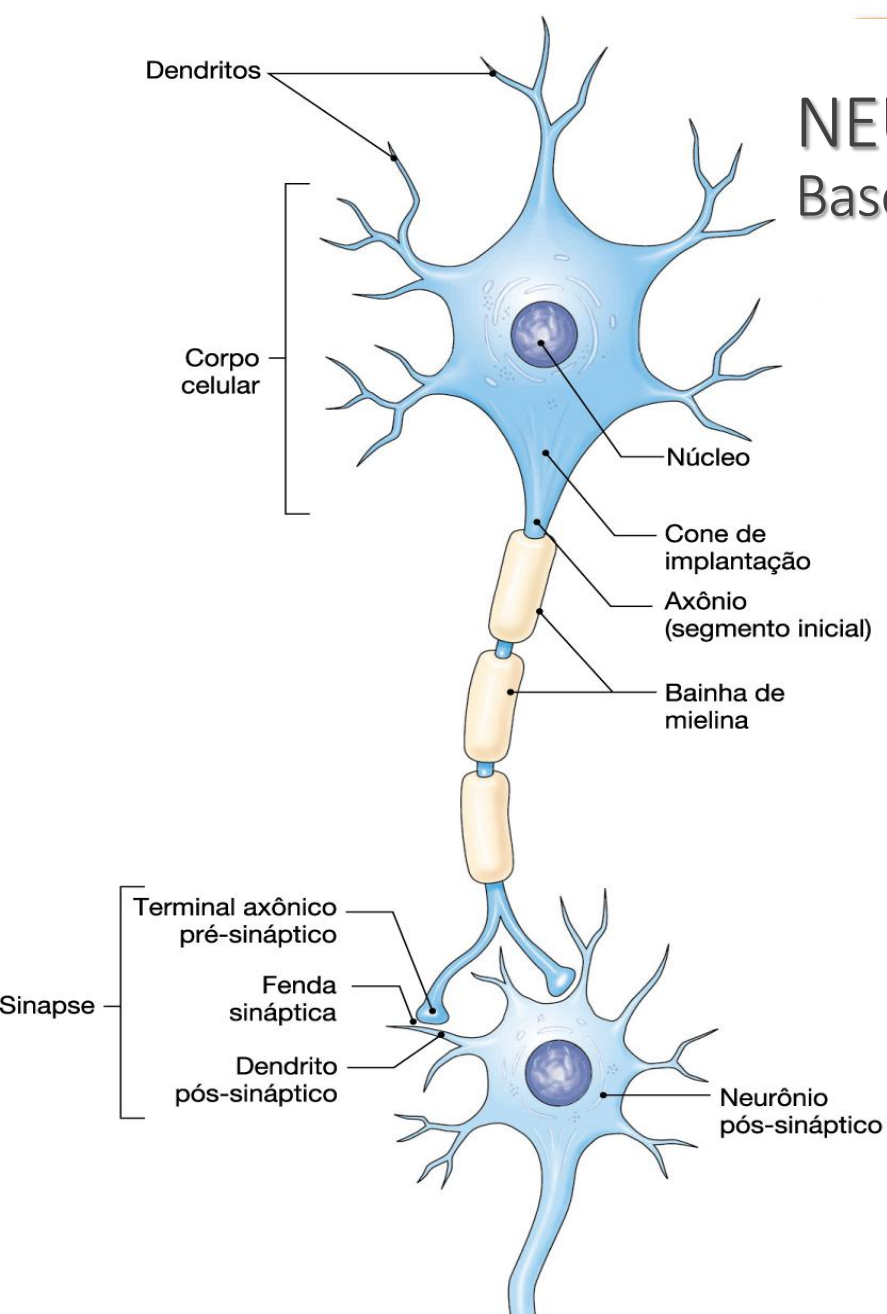
COMUNICAÇÃO PELO SISTEMA NERVOSO

SINAPSE

- Sinalização elétrica
- Sinalização química

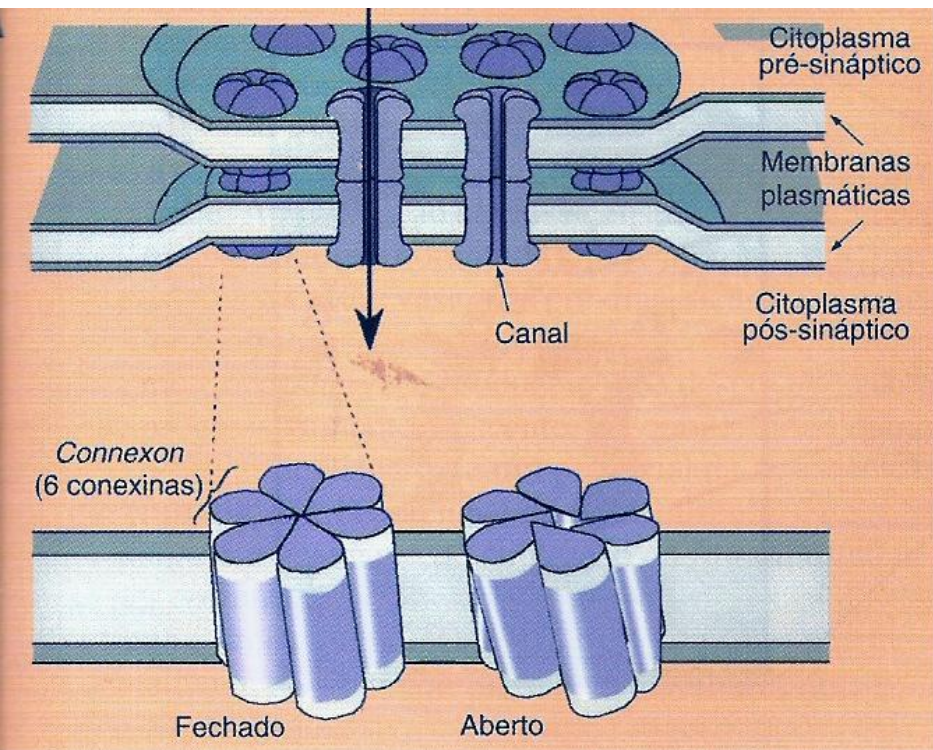
NEURÔNIO

Base funcional do Sistema Nervoso



Fonte: SILVERTHORN (2010)

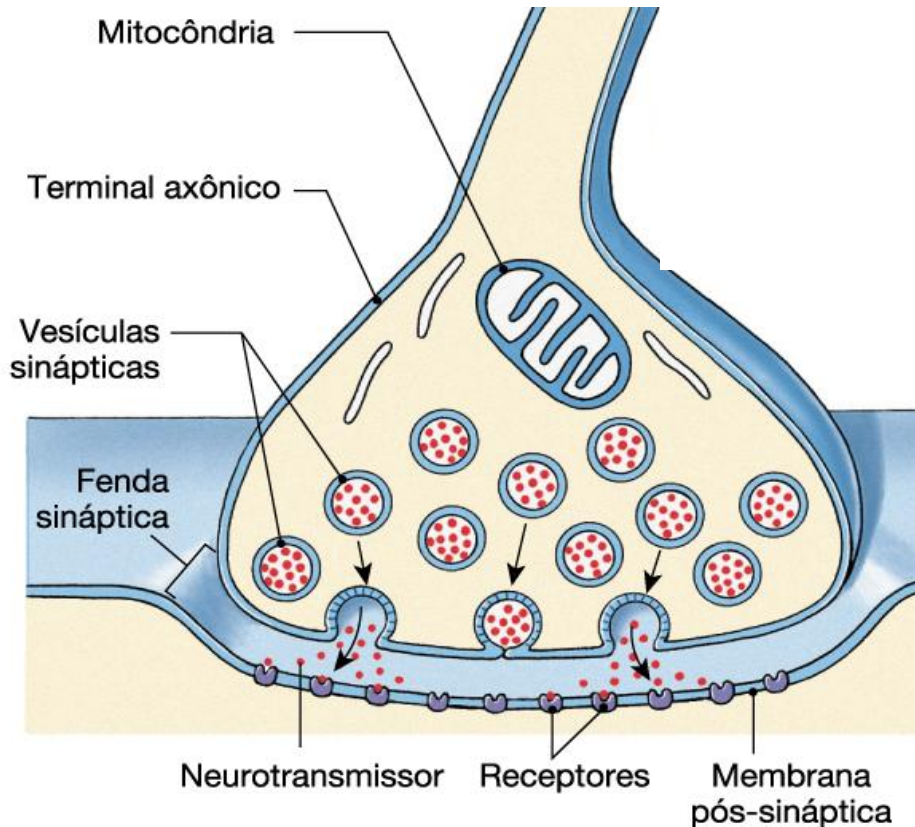
TRANSMISSÃO SINÁPTICA ELÉTRICA



- Canais iônicos controlados por voltagem
- Transferem um sinal elétrico ou corrente de uma célula para outra por junções comunicantes
- Rápida condução

ELÉTRICA

TRANSMISSÃO SINÁPTICA QUÍMICA

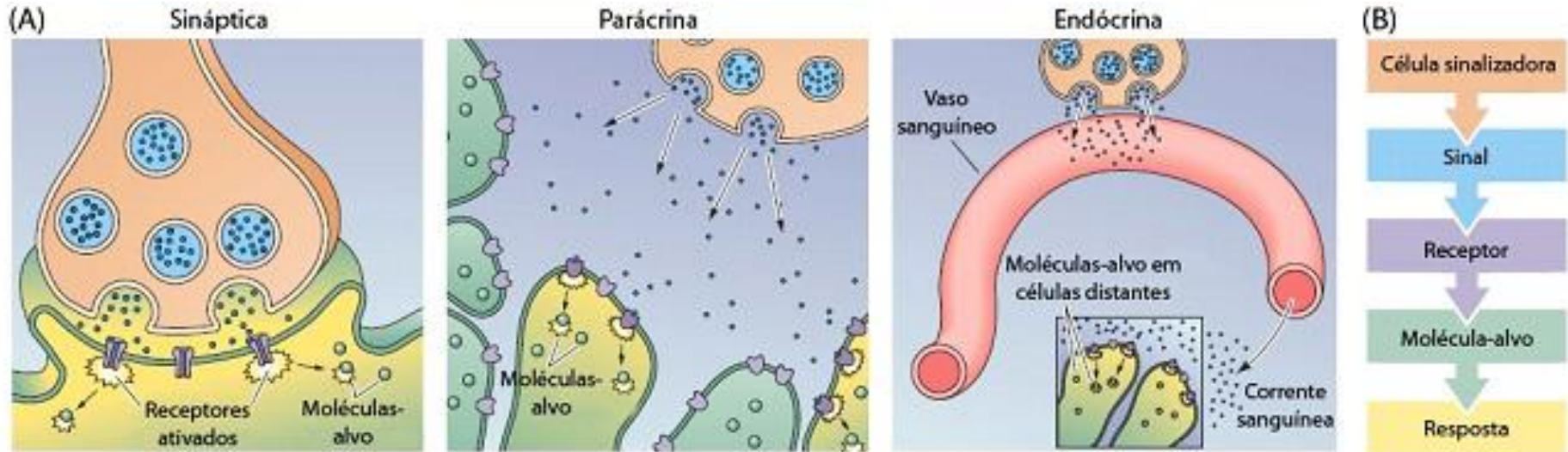


QUÍMICA

- Sinal elétrico da célula pré-sináptica é convertido em sinal químico
- Utilizam **neurotransmissores**
- Ligação de neurotransmissor com o seu receptor na célula pós-sináptica inicia uma resposta elétrica

Fonte: SILVERTHORN (2010)

MECANISMOS DE SINALIZAÇÃO QUÍMICA INTERCELULAR



Fonte: SILVERTHORN (2010)

A: principais tipos de sinalização.

B: a célula emissora inicia o processo liberando moléculas sinalizadoras, que poderá se ligar a receptores específicos em células-alvo. A ativação dos receptores desencadeia cascatas de reações intracelulares que levam às respostas da célula.

Fonte: SILVERTHORN (2010)

POTENCIAL ELÉTRICO, DE AÇÃO OU DE CARGA ELÉTRICA



- Toda membrana celular tem propriedades elétricas
 - Nervosa e Muscular
- Fluxo de íons = Corrente elétrica
 - Passagem de íons pela membrana = Passagem de carga elétrica pela membrana
 - **são utilizados para transmissão de sinais**
 - **são ativadores de funções celulares**



CONCENTRAÇÃO DOS ÍONS E POTENCIAIS DE EQUILÍBRIO NO LEC E LIC (NEURÔNIO)

ÍON	LEC (mM)	LIC (mM)	E_{ion} a 37°C
K^+	3,5 – 5,0	150	- 90 a - 70mV
Na^+	135 – 145	15	+ 60mV
Cl^-	100 – 108	10	- 63mV
Ca^{+2}	1	0,0001	+ 122mV

Negatividade elétrica é dada pelo conjunto de canais iônicos presentes na membrana associado a assimetria de composição iônica da bomba que provoca o potencial

CANAIS IÔNICOS CONTROLADOS POR VOLTAGEM

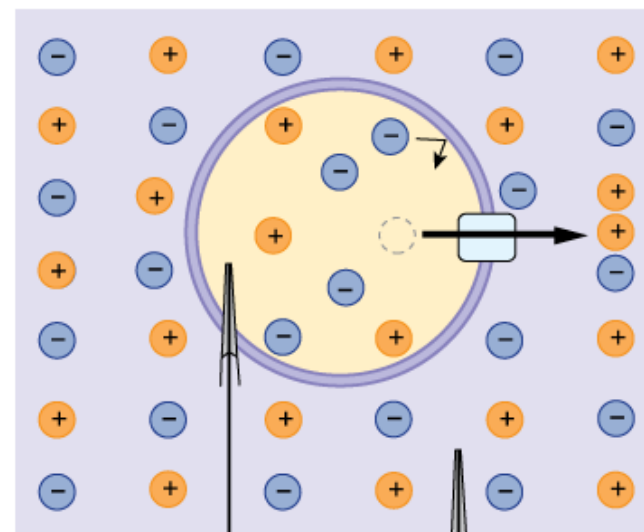
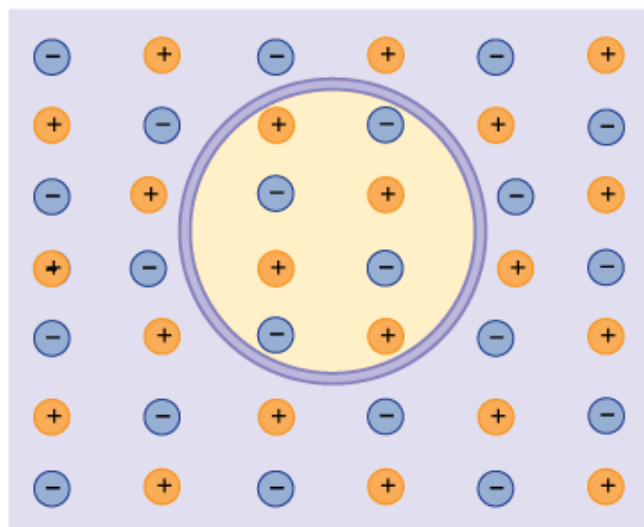
- Respondem a mudanças no **potencial de membrana da célula**.
- Tem papel importante na **iniciação** e na **condução** de sinais elétricos

PRINCIPIOS DA ELETRICIDADE NOS SISTEMAS FISIOLÓGICOS



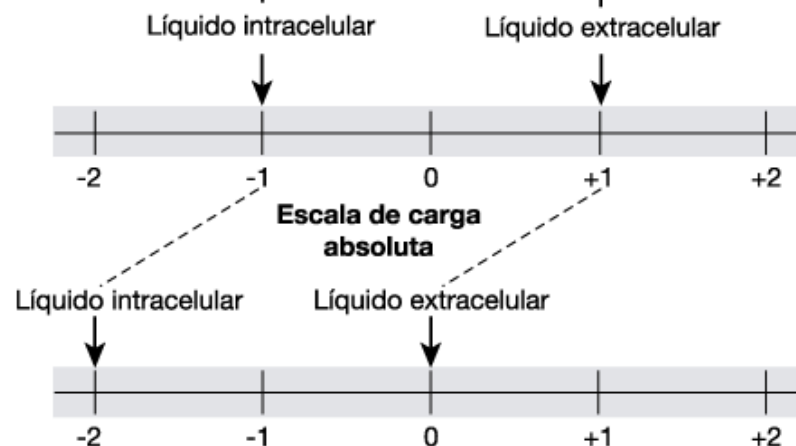
- Carga elétrica é zero - cátions e ânions são iguais
- Cargas opostas se atraem
- Separação de cargas opostas exige gasto de energia.
- Se as cargas se movem separadamente, o líquido que as detém é denominado de **condutor**. Se não conseguem se mover no meio, este é denominado de **isolante**
- Membrana celular permite a separação de cargas elétricas do corpo

DIFERENÇA DE POTENCIAL DA MEMBRANA EM REPOUSO OU POTENCIAL DE MEMBRANA



Potencial da membrana é o gradiente elétrico existente entre os líquidos extra e intracelular no seu estado estacionário (em repouso)

Fonte: SILVERTHORN (2010)



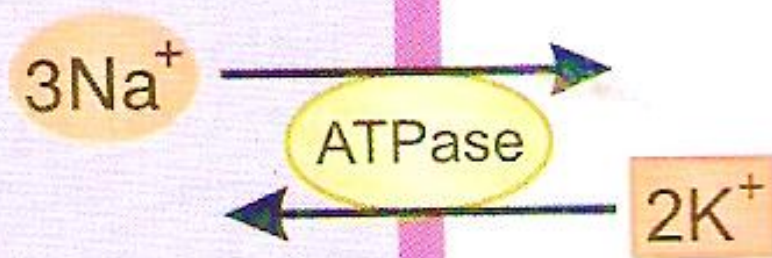


FATORES QUE INFLUENCIAM O POTENCIAL DE MEMBRANA CELULAR

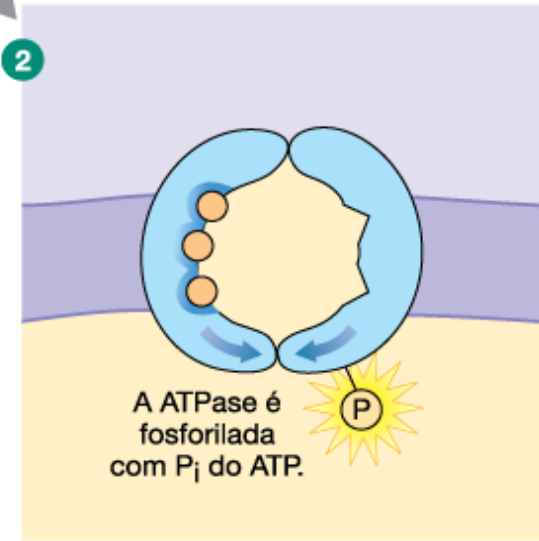
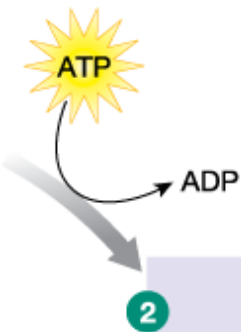
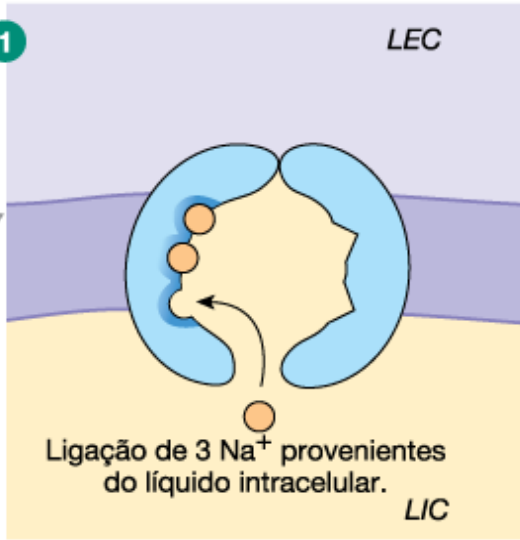
- Toda célula viva tem **potencial de membrana em repouso**
- Na^+ Ca^{++} e Cl^- são mais concentrados no LEC do que no LIC.
- K^+ é mais concentrado do LIC do que no LEC
- Em repouso membrana celular é mais permeável ao K^+ do que ao Na^+ ou ao Ca^{++}

POTENCIAL ELÉTRICO NEGATIVO

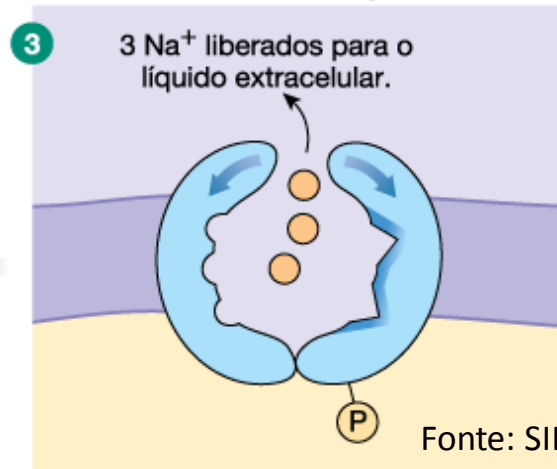
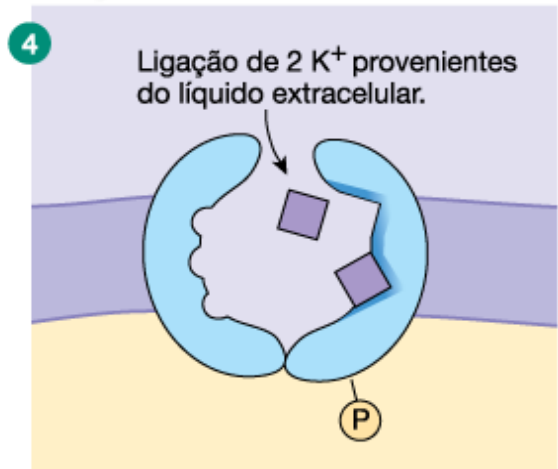
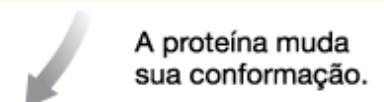
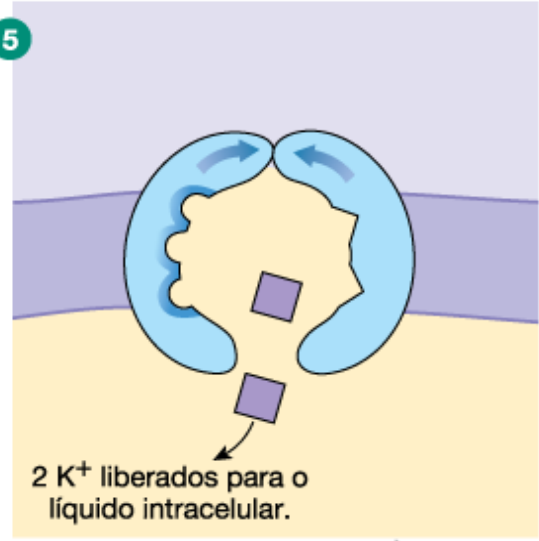
Bomba Na^+/K^+ é eletrogênica isto é geram diferença de potencial na membrana



Fonte: CURI & PROCÓPIO (2009)



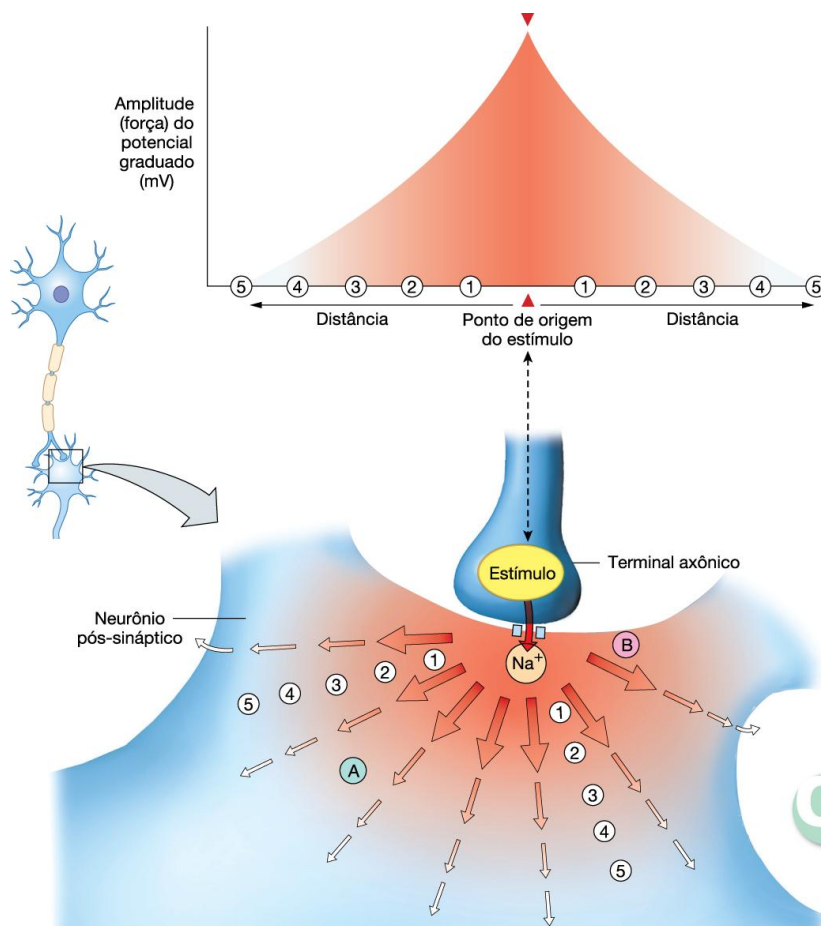
MECANISMO Na⁺ - K⁺ - ATPase



POTENCIAL GRADUADO

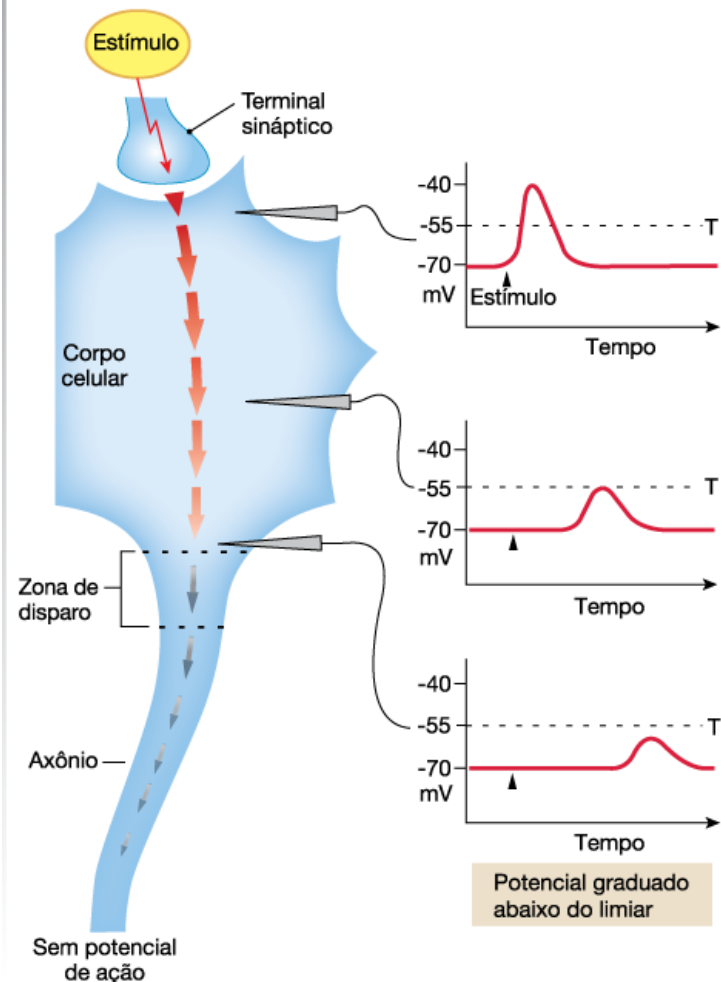
Estímulo Grande (amplitude): grande potencial

Estímulo pequeno (amplitude): pequeno potencial

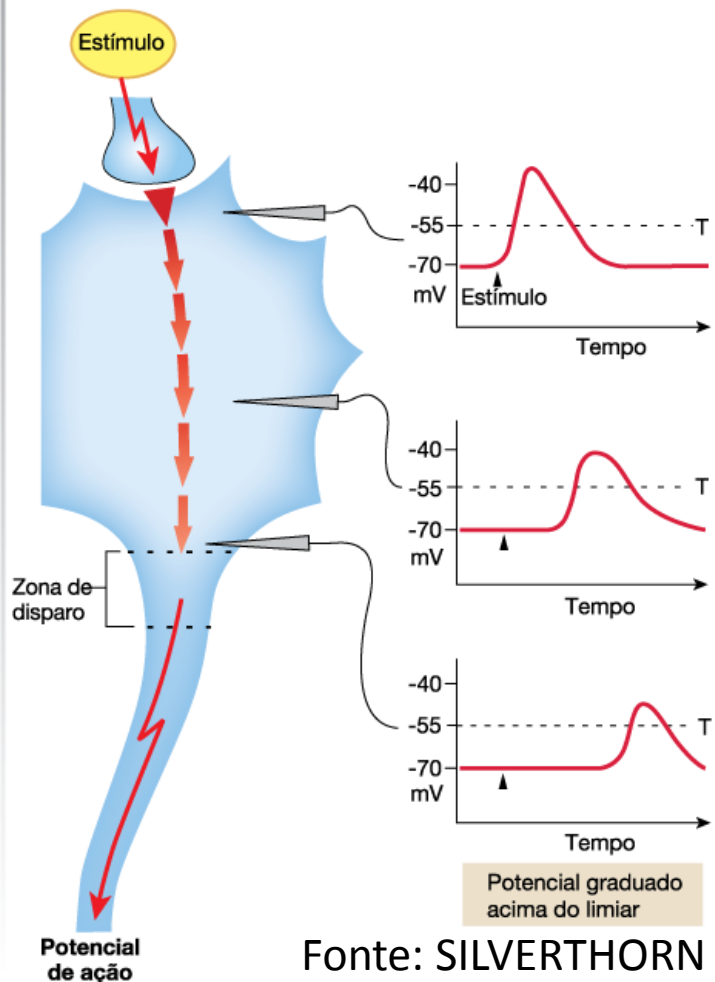


A onda de despolarização é bidirecional na célula nervosa e unidirecional na via nervosa

(a) Um potencial graduado começa acima do limiar (T) no seu ponto de iniciação, mas diminui sua força enquanto percorre o corpo celular. Na zona de disparo ele está abaixo do limiar e portanto não inicia um potencial de ação.



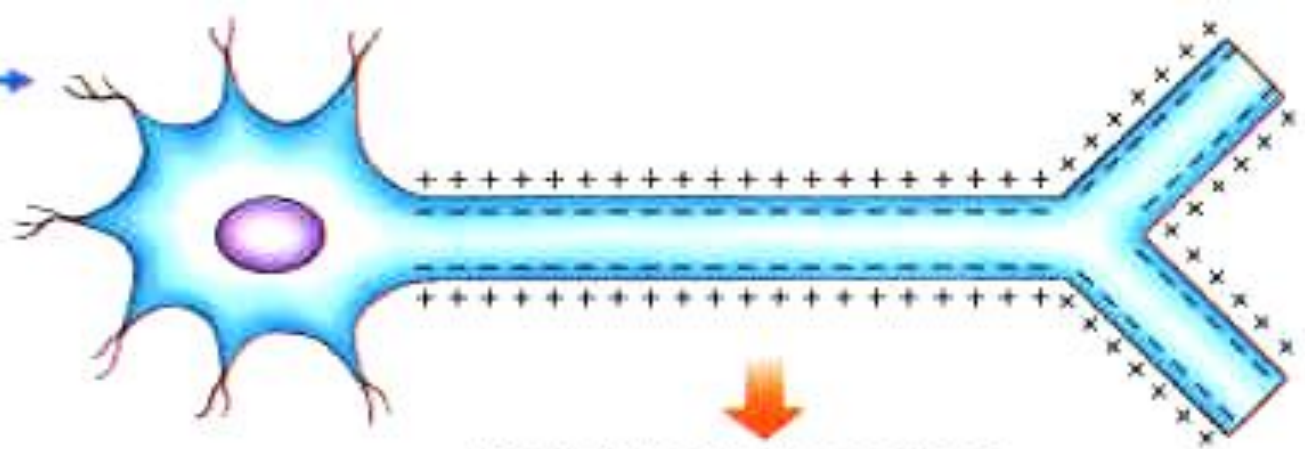
(b) Um estímulo mais forte no mesmo ponto do corpo celular gera um potencial graduado que ainda está acima do limiar no momento em que ele chega na zona de disparo, resultando em um potencial de ação.



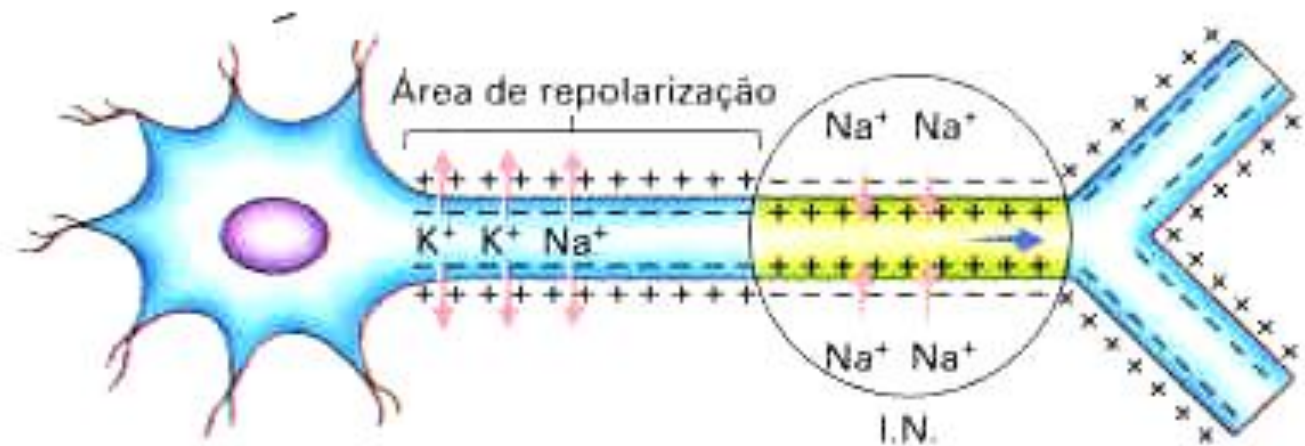
Fonte: SILVERTHORN (2010)

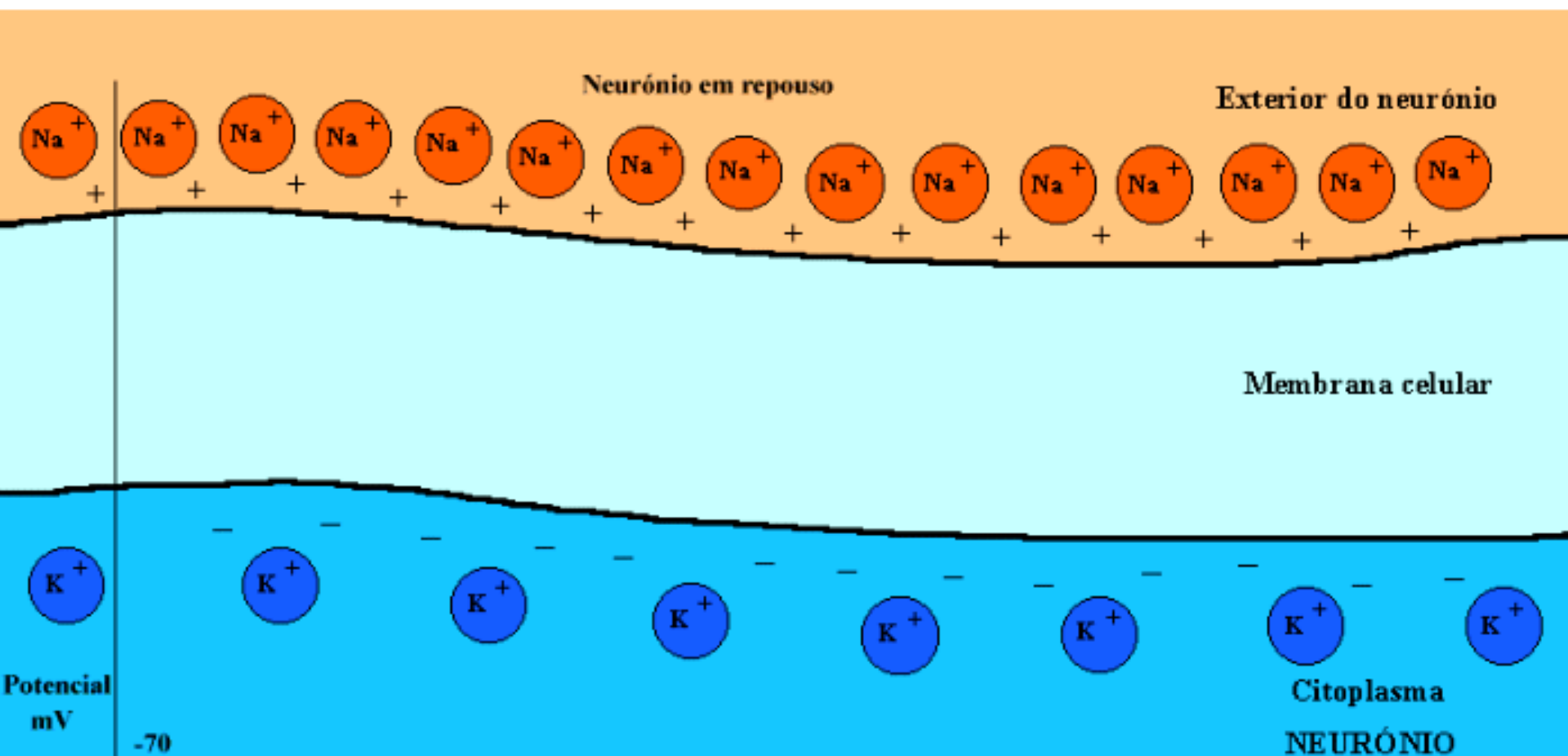
NA ZONA DE DISPARO, O POTENCIAL DEVE ESTAR ACIMA DE -55MV PARA INICIAR O POTENCIAL DE AÇÃO

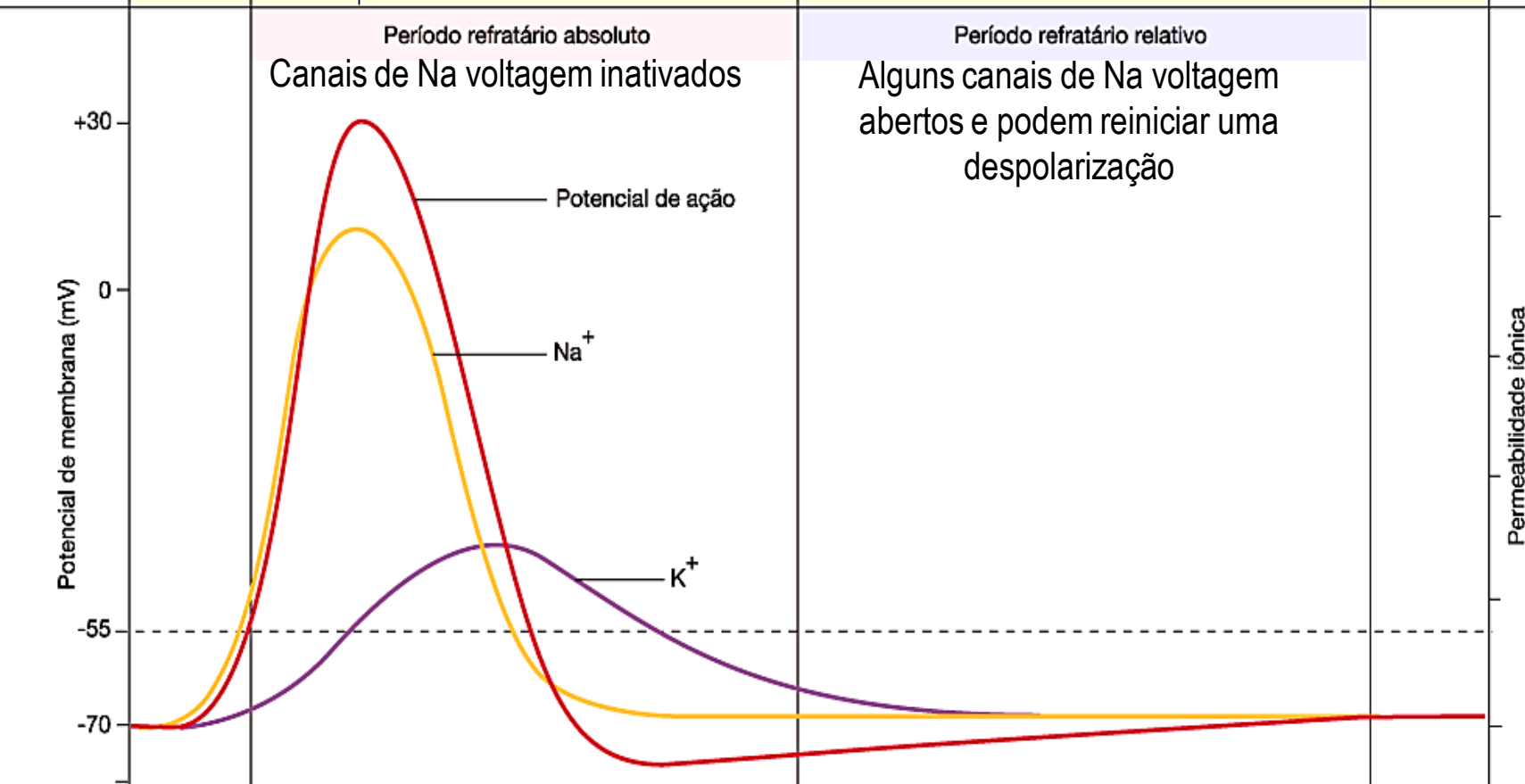
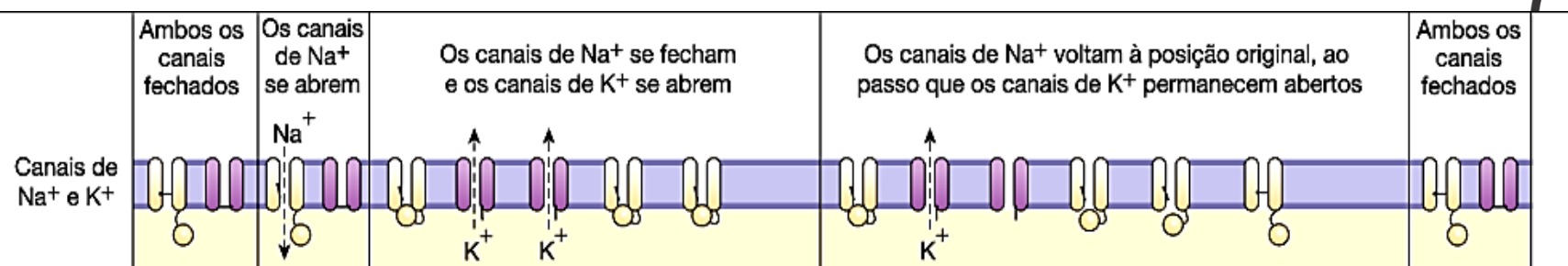
Estimulo →



Despolarização da membrana,
provocando impulso nervoso (I.N.)







Fonte: SILVERTHORN (2010)

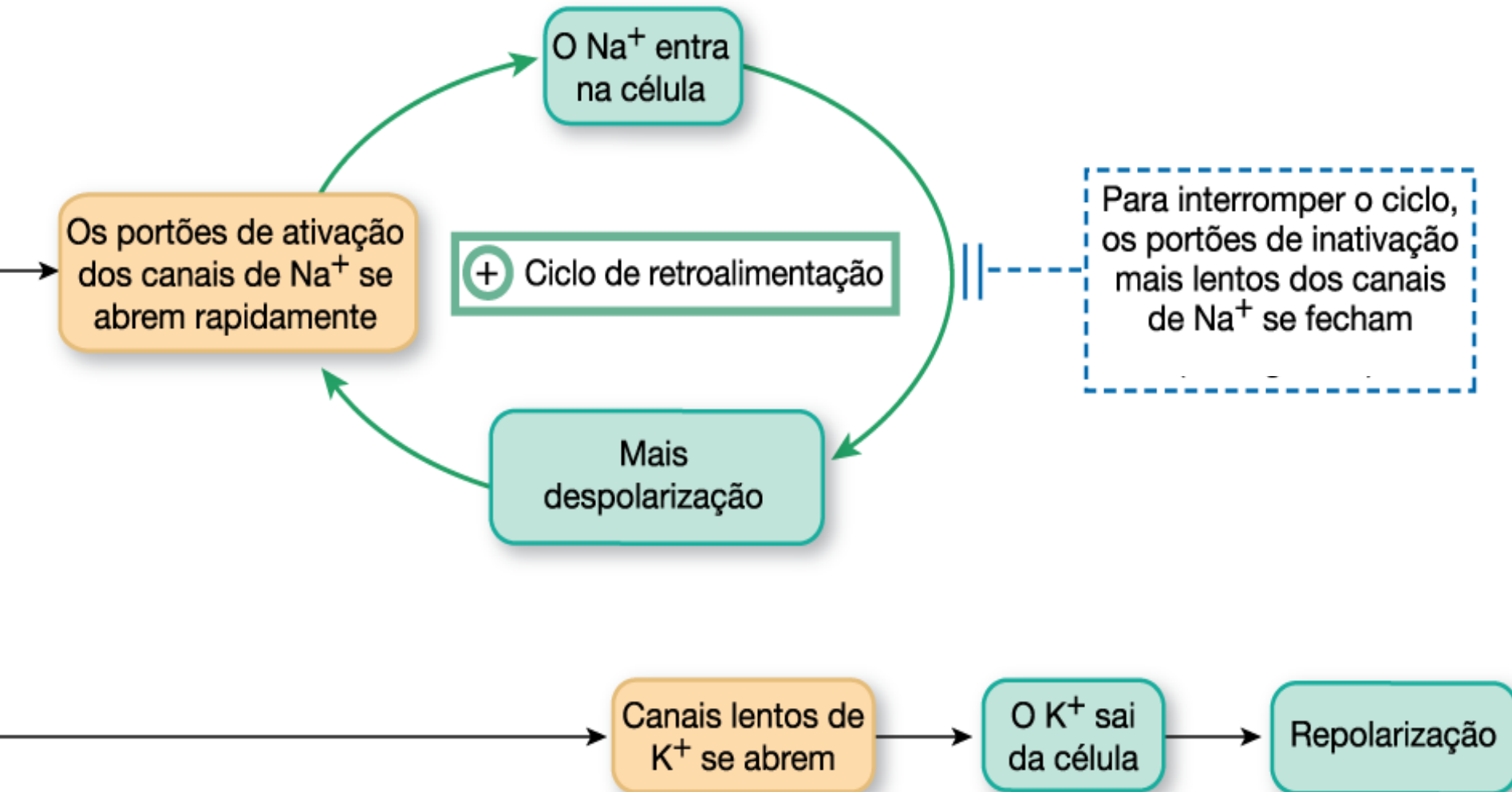
EFEITOS DA DESPOLARIZAÇÃO DA MEMBRANA



Fase de aumento

Pico

Fase de queda



FASES DO POTENCIAL DE AÇÃO

Potenciais despolarizantes são excitatórios

- Repouso celular
- Estímulo despolarizante
- Abertura de canais iônicos (despolarização)
- Entrada rápida de cátions Na^+
- Abertura de canais iônicos (hiperrepolarização)
- Saída lenta de cátions K^+ e entrada de ânions Cl^-

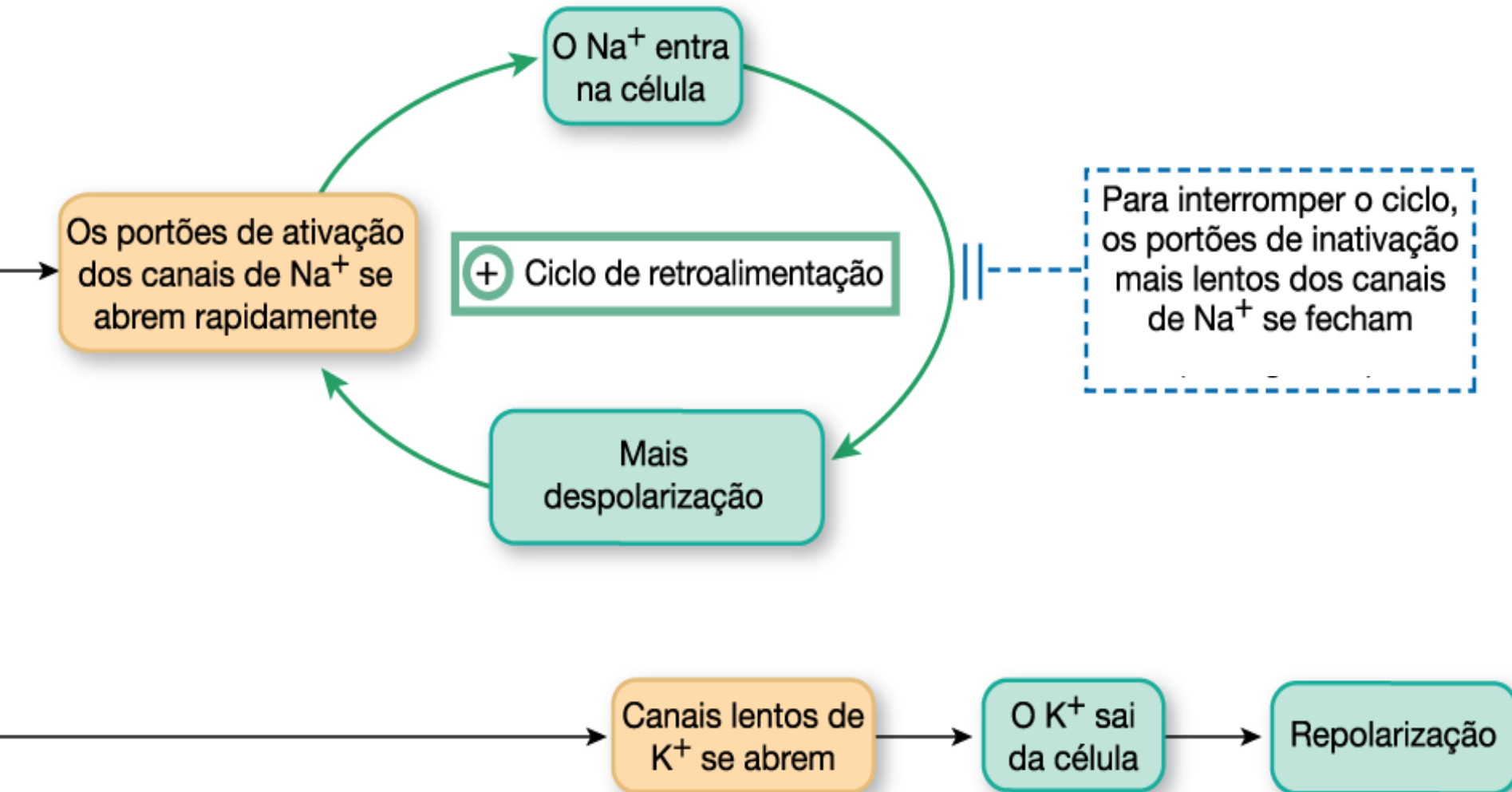
EFEITOS DA DESPOLARIZAÇÃO DA MEMBRANA



Fase de aumento

Pico

Fase de queda

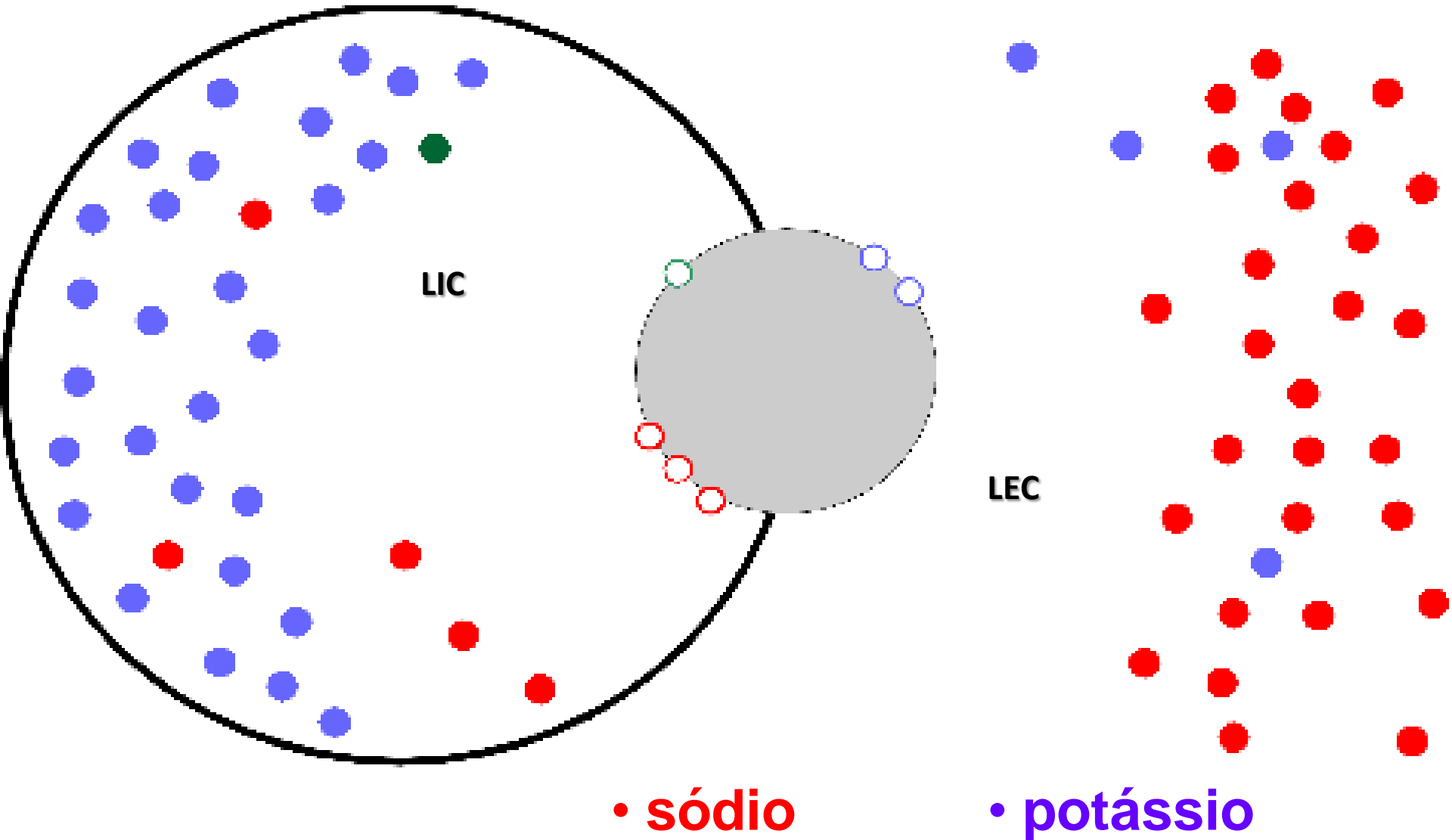


POTENCIAL DE AÇÃO



- Rápidas alterações do potencial de **membrana** ocorrem pela movimentação dos íons pelos canais iônicos ativados (= abertos)
- **Não há alteração na concentração de íons no LIC e no LEC!**
- Canais de voltagem de sódio e potássio
- Bomba de sódio-potássio ATPase

A BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO AJUDA A MANTER O GRADIENTE ELÉTRICO



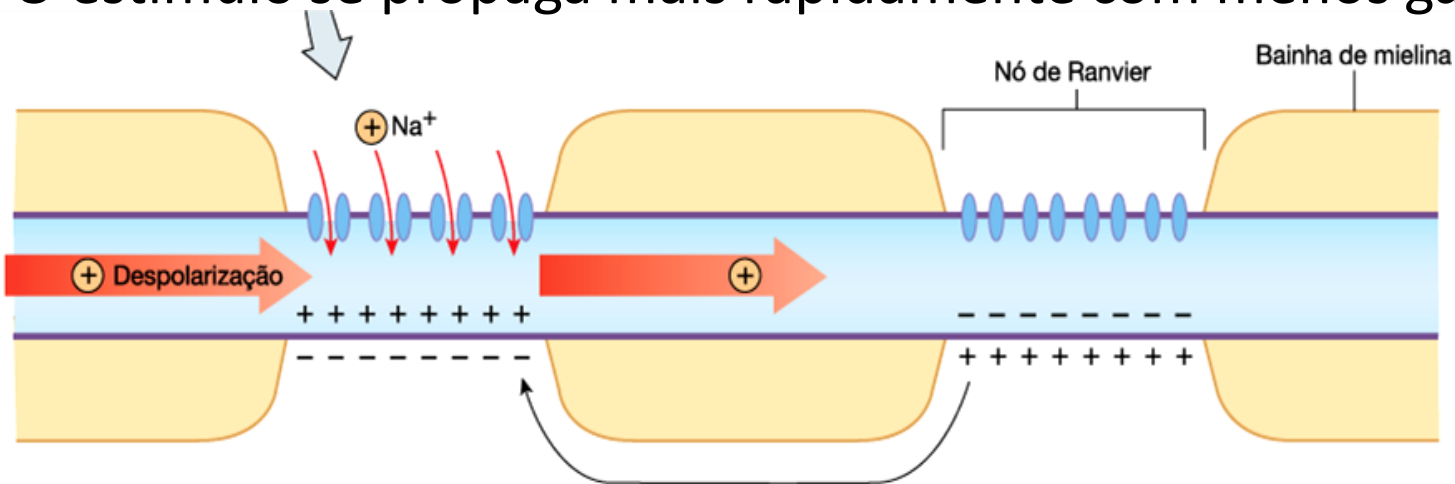
POTENCIAL DE AÇÃO DEPENDE



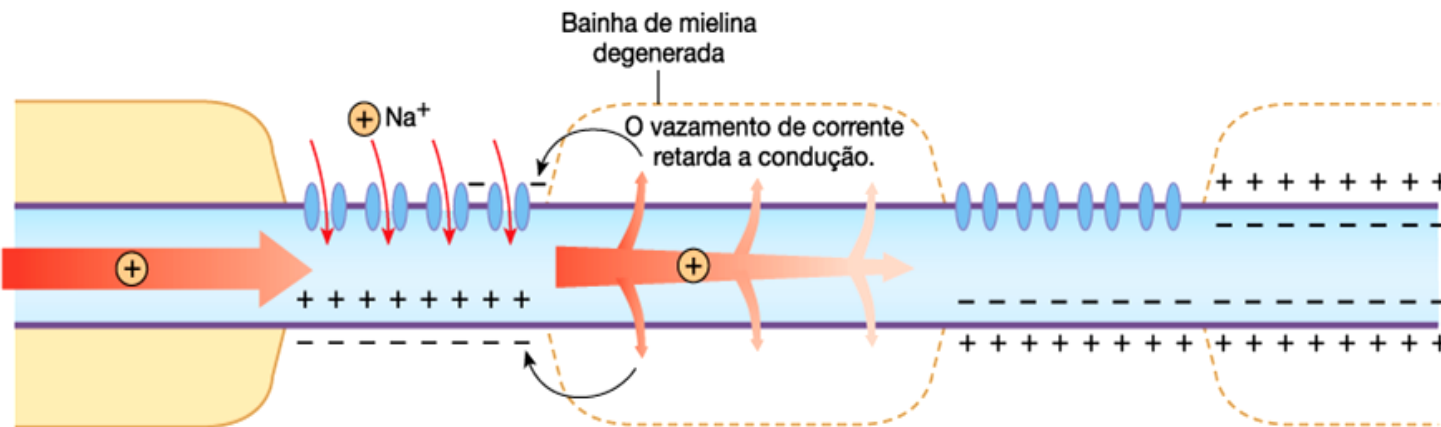
- **Condução elétrica nos neurônios**
 - diâmetro da fibra nervosa
 - Bainha de mielina
- **Resistência da membrana ao vazamento de íons**
 - integridade da mielina no axônio
- **Concentração adequada de íons no LIC/LEC**

CONDUÇÃO SALTATÓRIA

O estímulo se propaga mais rapidamente com menos gasto de ATP



(a) Os potenciais de ação aparentemente saltam de um nó de Ranvier para o outro. Apenas os nós possuem canais de Na⁺ controlados por voltagem.



PODE-SE CONCLUIR QUE OS SINAIS ELÉTRICOS DOS NEURÔNIOS

- Provocam rápidas alterações no potencial da membrana
- Propagam-se com grande velocidade por toda membrana celular
- Um potencial de ação inicia-se pela alteração súbita da polaridade celular = despolarização
- Despolarização = influxo de íons para o LIC (em geral influxo de sódio para a célula)
- Repolarização = retorno ao estado eletronegativo

LITERATURA CONSULTADA

AIRES, M.M. **Fisiologia**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 1352p.

CURI, R. & ARAÚJO FILHO, J. P. **Fisiologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 857 p.

GOLDBERG, S. C. **Clinical Physiology made ridiculously simple**. Miami: MedMaster, ed.2.2014.153 p.

GUYTON, A.C. & HALL, J.E., **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, Ed.9, 1997. 1116p.

PRESTON, M.D. **Acid-base, and electrolytes made ridiculously simple**. Miami:MedMaster, ed.2. 2011. 146p.

SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia humana. Uma abordagem integrada**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 992p.

Perguntas?

