

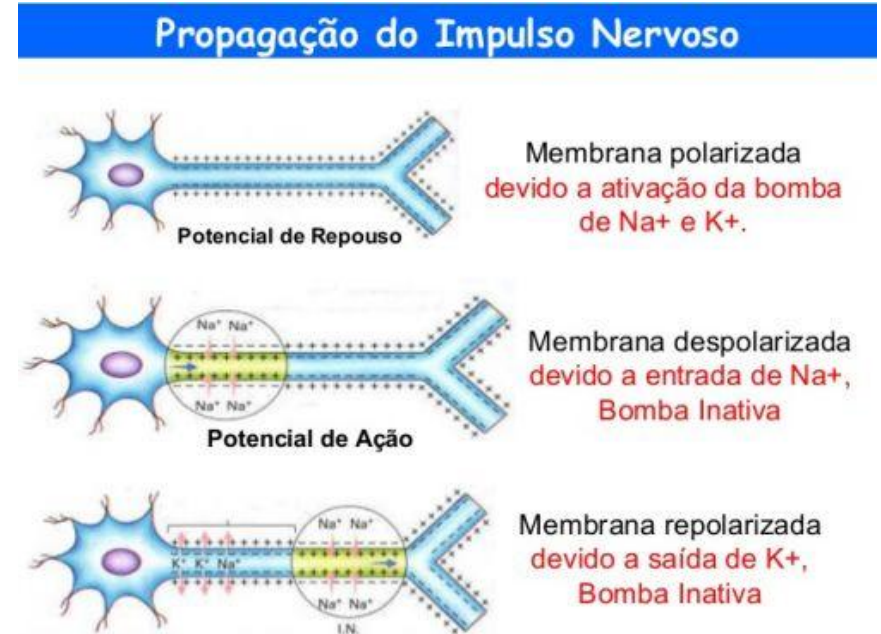
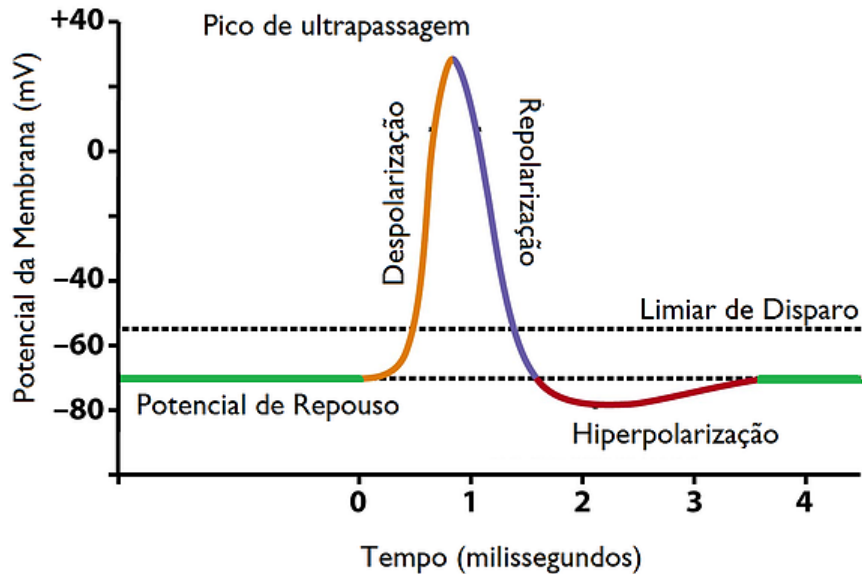


TRANSMISSÃO SINÁPTICA

RCG2020 - Fisiologia

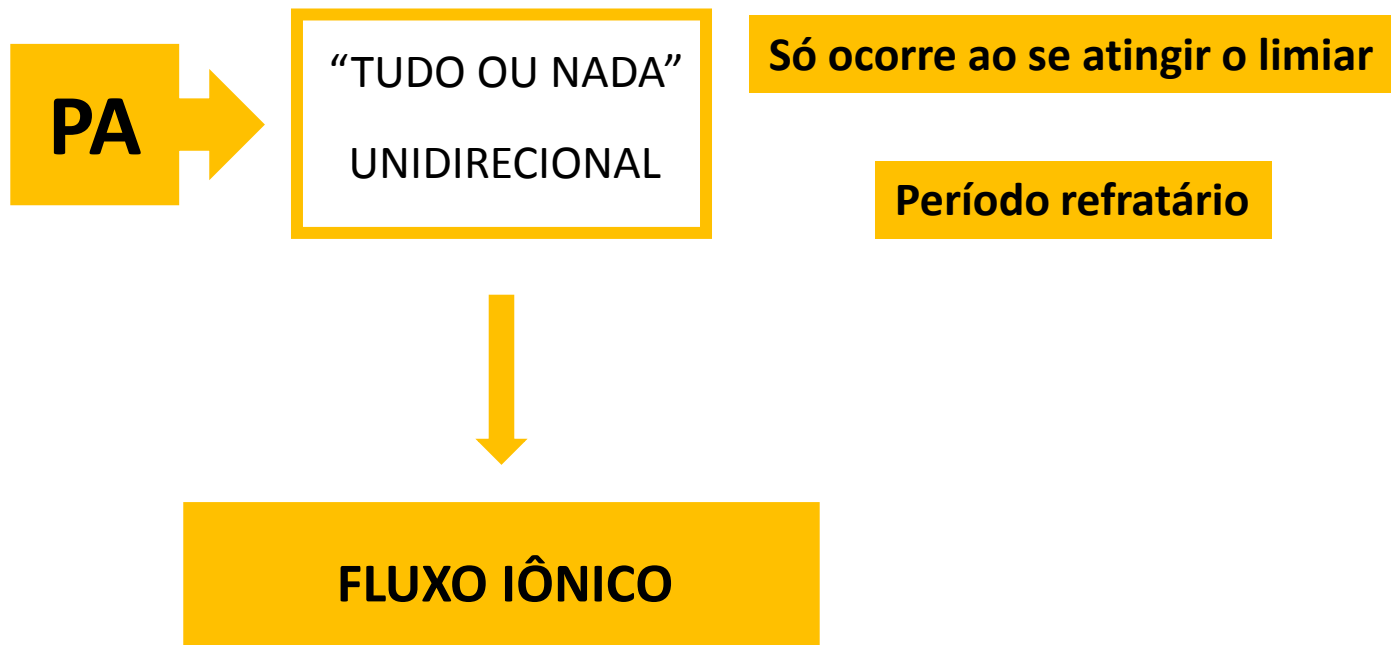
Me. Rodrigo Campos Cardoso – PPG Neurociências
PAE – Programa de Aperfeiçoamento do Ensino

Como os neurônios transmitem a informação?



O potencial de ação é a transmissão da informação através do axônio de um neurônio

Como os neurônios transmitem a informação?



Como os neurônios transmitem a informação?

Problema biológico!!

A informação deverá ser transmitida através de vários neurônios, chegando ao órgão efector.

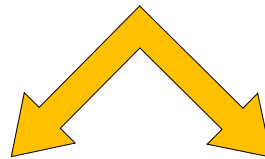
Como se dá essa transmissão através de neurônios??

SINAPSES

O que são SINAPSES?

Contato funcional entre dois neurônios*

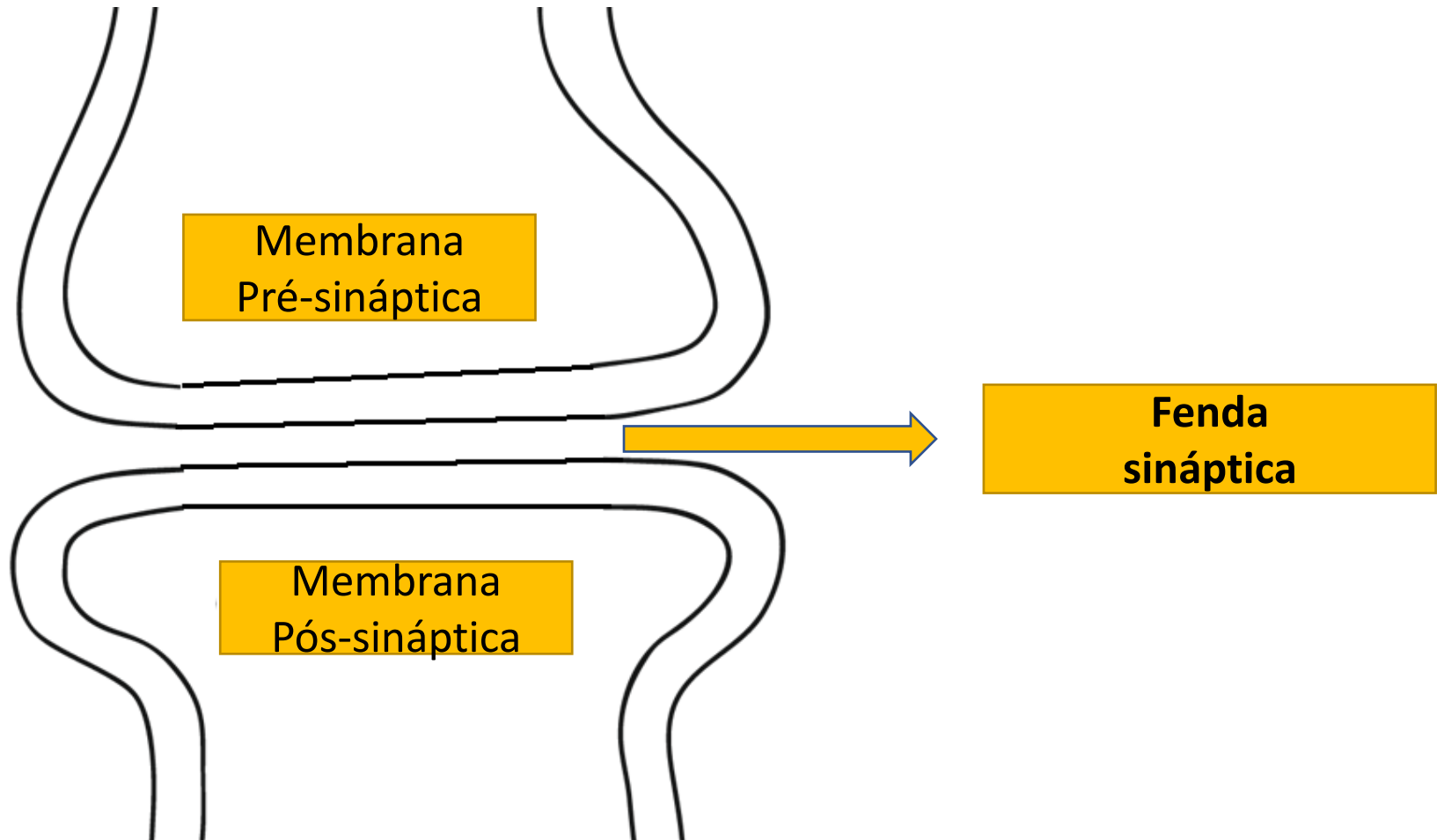
As sinapses são as zonas de contato entre neurônios com outros **neurônios, células musculares e glândulas**. As sinapses são compostas pela **membrana pré-sináptica, fenda sináptica e membrana pós-sináptica**. Os contatos sinápticos podem ser axo-axônico, axo-dendrítico, axo-somático; neuromuscular ou neuroefetor.



Elétricas

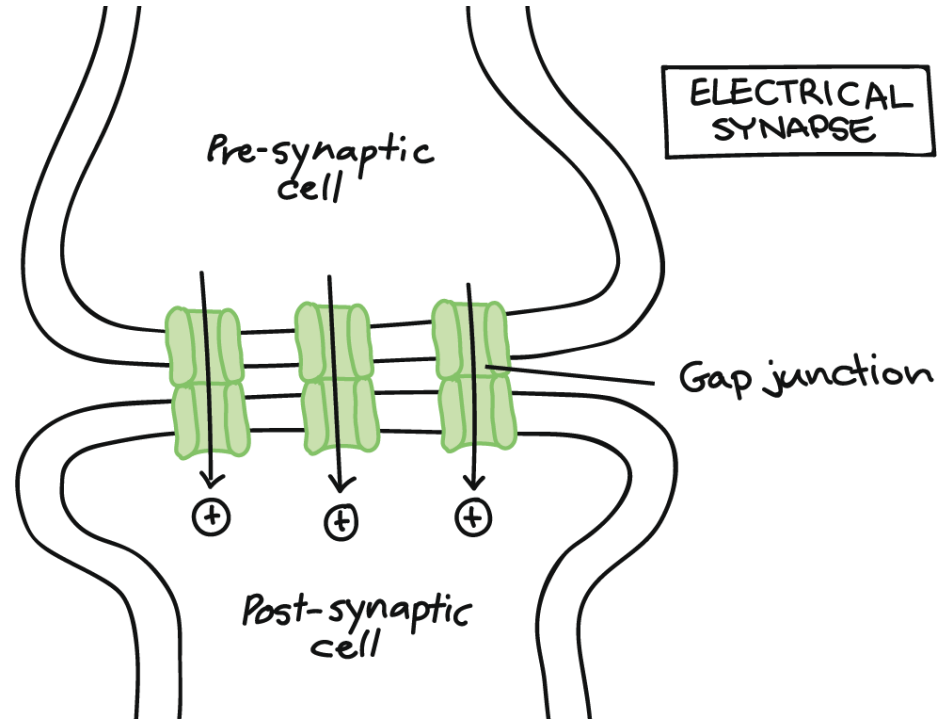
Químicas

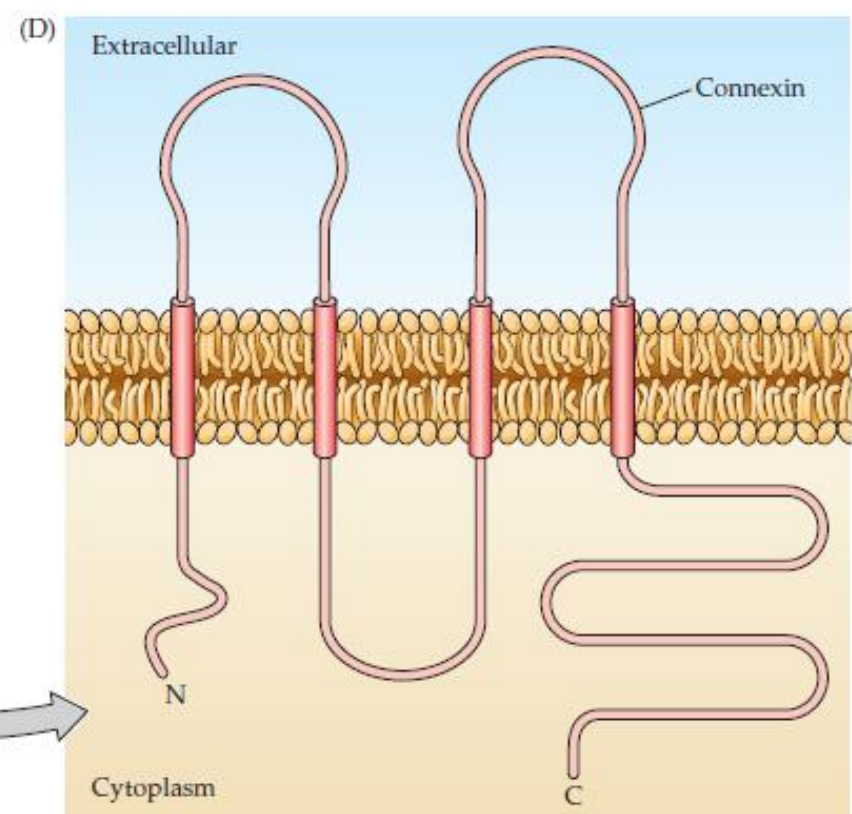
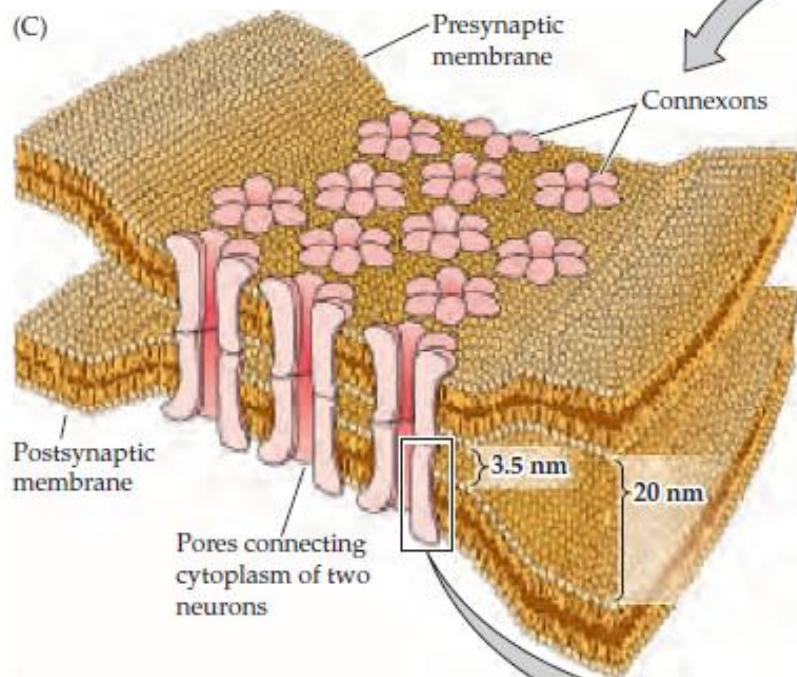
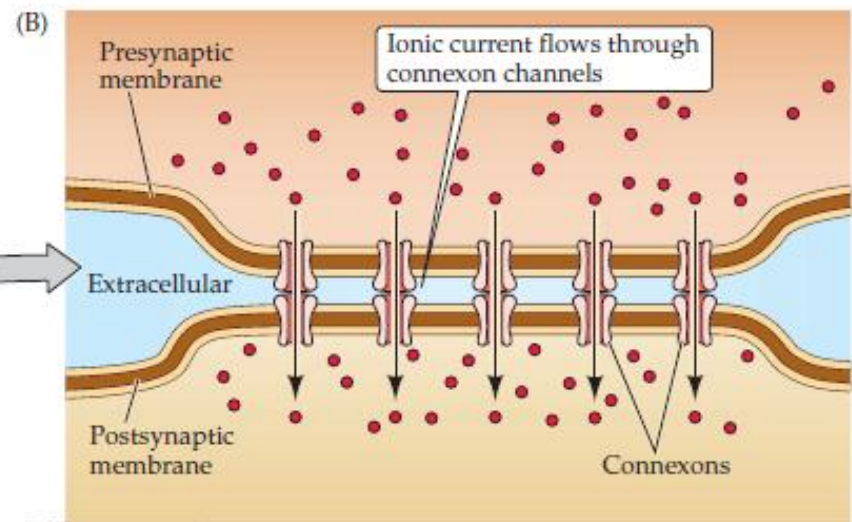
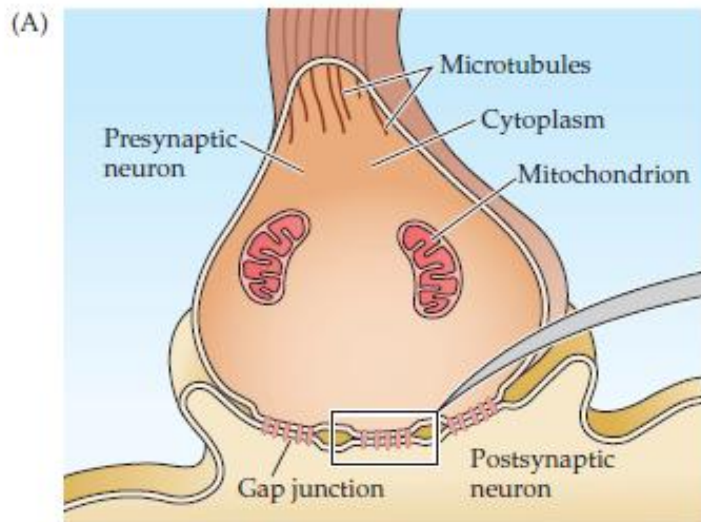
O que são SINAPSES?



SINAPSES ELÉTRICAS

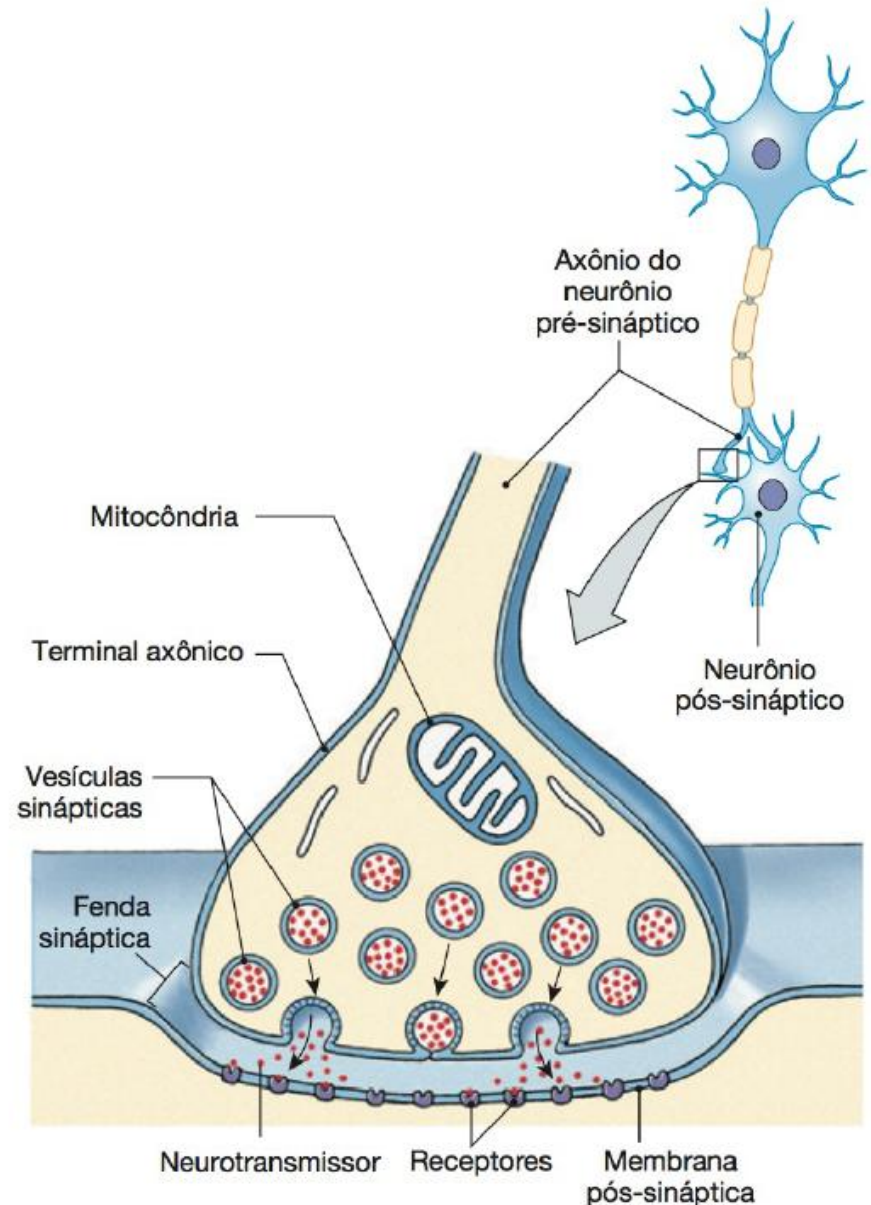
- Espaço da fenda sináptica de cerca de 20nm
- Membranas conectadas por uma especialização → *gap junctions*
- Permitem um fluxo passivo de corrente elétrica
 - Transmissão bidirecional
 - Extremamente rápidas
- Permitem a sincronização de uma população de neurônios
 - Neurônios do tronco encefálico → regulam a respiração através de sinapses rítmicas
 - Secreção de hormônios em pulso





SINAPSES QUÍMICAS

- Espaço da fenda sináptica de cerca de 40nm
- A transmissão ocorre através de mediadores químicos, os **neurotransmissores**, presentes em vesículas
- Existem receptores específicos na membrana pós-sináptica
 - Mais lentas que as elétricas
- Neurotransmissores são degradados, recaptados ou extravasam da fenda



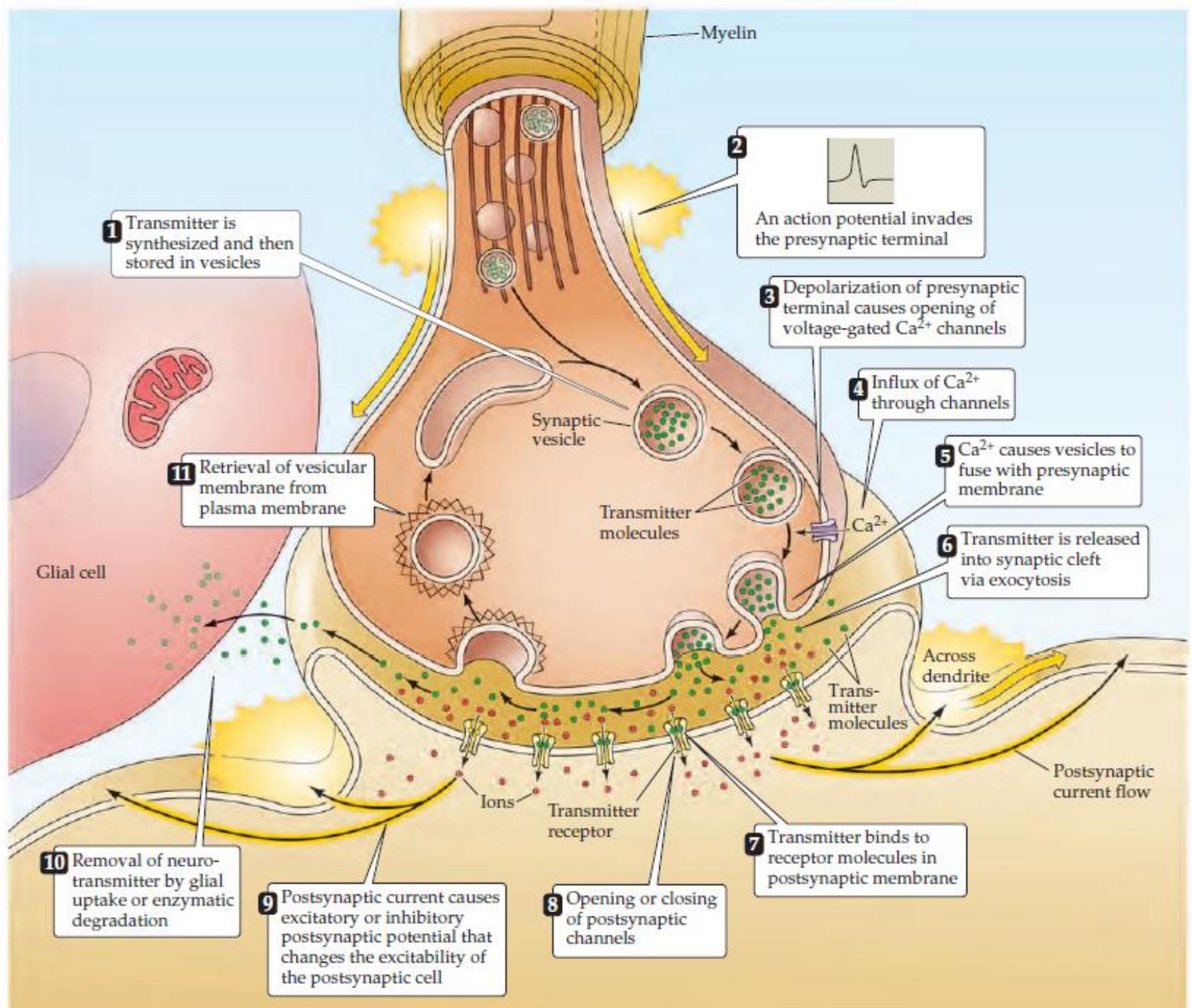
SINAPSES QUÍMICAS

**Transforma a comunicação elétrica em
comunicação QUÍMICA!!!**

SINAPSES QUÍMICAS

A TRANSMISSÃO NAS SINAPSES QUÍMICAS É BASEADA NUMA ELABORADA SEQUENCIA DE EVENTOS:

- Neurotransmissor sintetizado e armazenado em vesículas
- Chegada de PA no terminal pré-sináptico
- A despolarização causa abertura e canais de Ca^{2+}
- O influxo de Ca^{2+} leva à fusão das vesículas carregadas com neurotransmissores
- O neurotransmissor é liberado por exocitose na fenda sináptica
- O neurotransmissor se liga ao receptor pós-sináptico
- A ligação do neurotransmissor no receptor leva a abertura ou fechamento de canais iônicos pós-sinápticos
- A corrente iônica gera potenciais excitatórios ou inibitórios, mudando a excitabilidade da célula
- Neurotransmissores são degradados, recaptados ou extravasam da fenda



Synaptic Transmission

© Sinauer Associates, Inc.

<https://neuroscience5e.sinauer.com/animations05.01.html>

OS

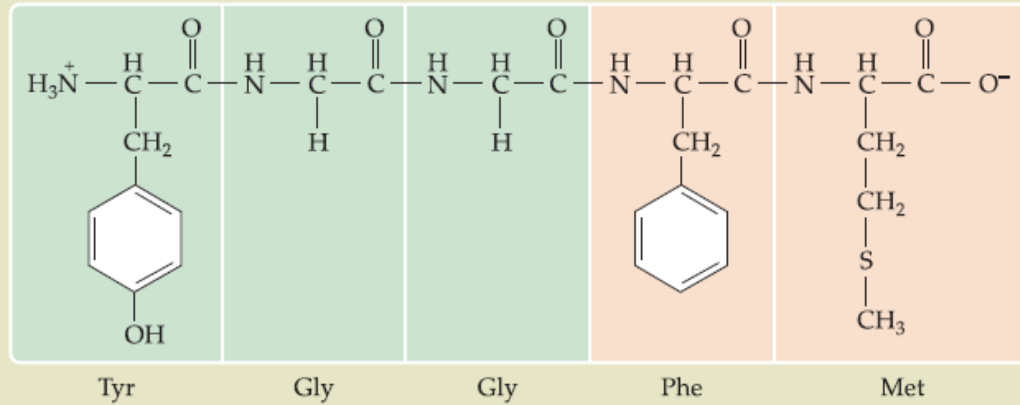
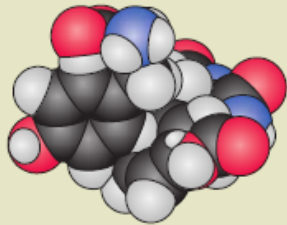
NEUROTRANSMISSORES

EXISTEM ESSENCIALMENTE DOIS GRUPOS DE NEUROTRANSMISSORES:

- Neurotransmissores neuropeptídios
 - Grandes moléculas transmissoras compostas de 3 a 36 aminoácidos
- Neurotransmissores pequenas moléculas
 - Neurotransmissores que são aminoácidos ou derivados destes
 - Existe a categoria das aminas biogênicas
 - (dopamina, serotonina, (nor)adrenalina e histamina)

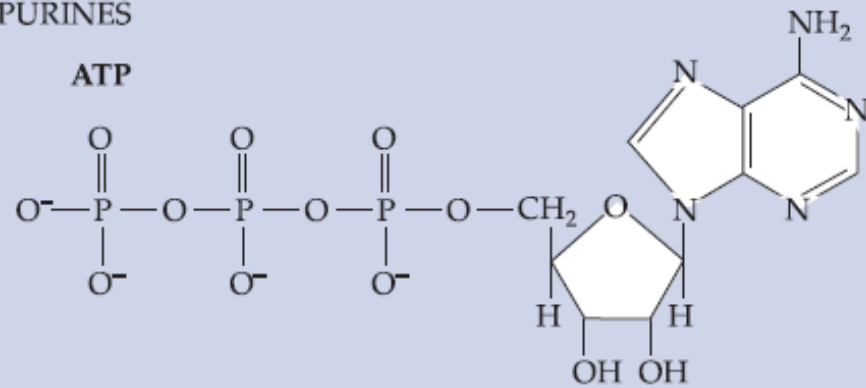
PEPTIDE NEUROTRANSMITTERS (more than 100 peptides, usually 3–30 amino acids long)

Example: Methionine enkephalin (Tyr–Gly–Gly–Phe–Met)



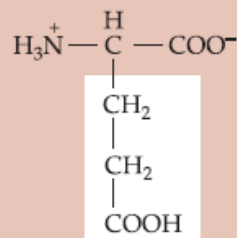
PURINES

ATP

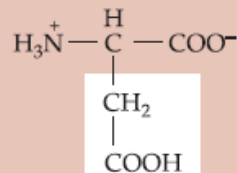


AMINO ACIDS

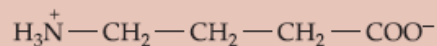
Glutamate



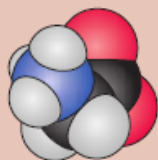
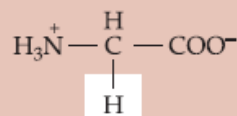
Aspartate



GABA



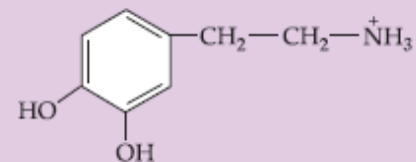
Glycine



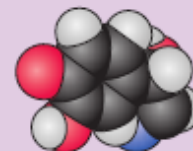
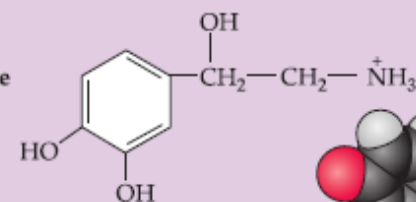
BIOGENIC AMINES

CATECHOLAMINES

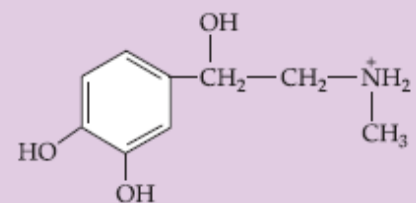
Dopamine



Norepinephrine

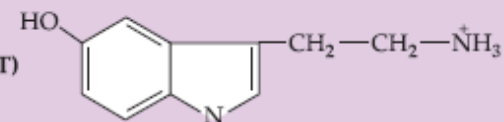


Epinephrine



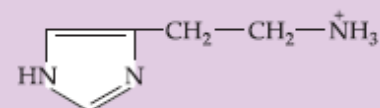
INDOLEAMINE

Serotonin (5-HT)



IMIDAZOLEAMINE

Histamine

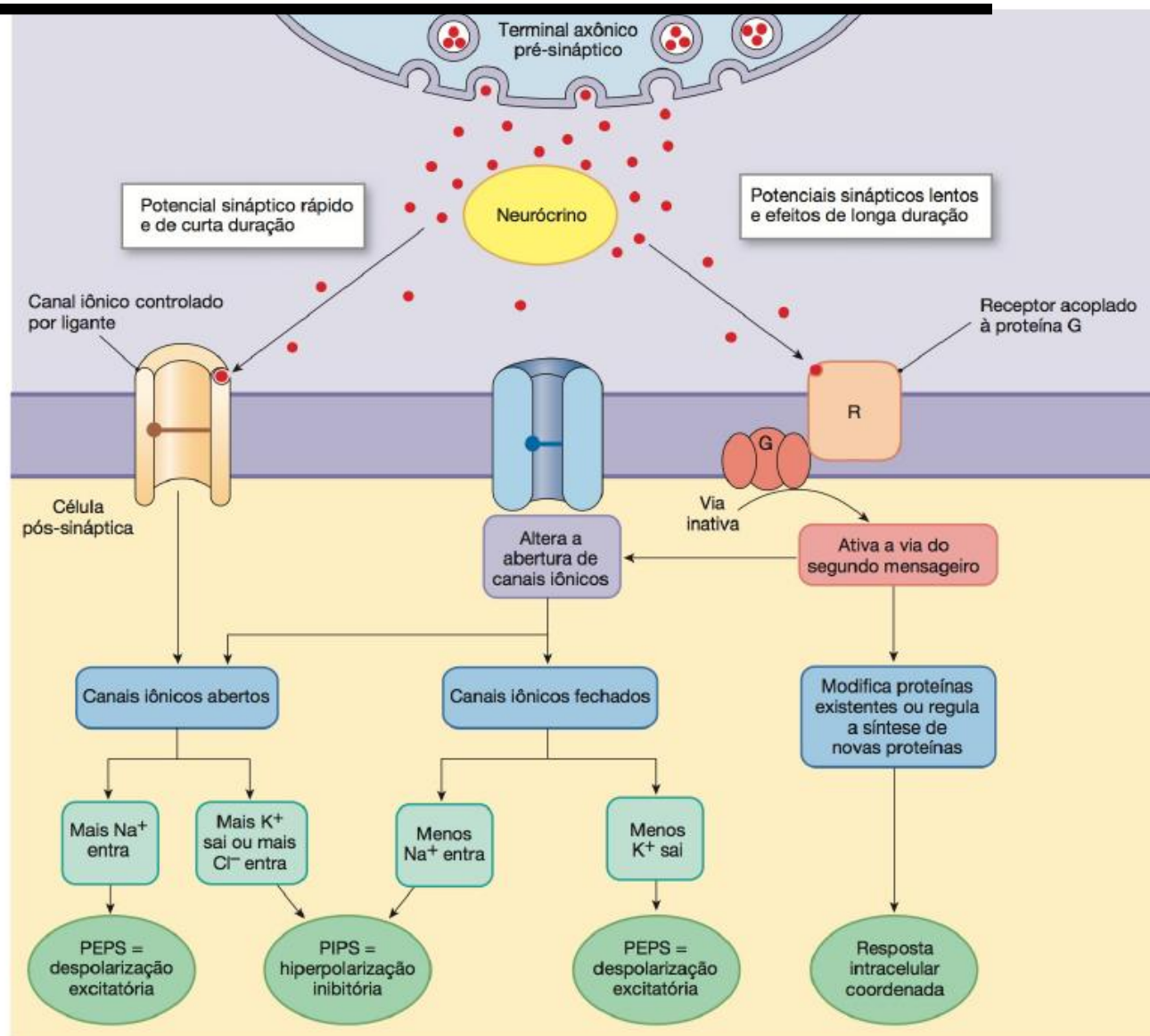


RECEPTORES DE NEUROTRANSMISSORES

EXISTEM ESSENCIALMENTE DOIS GRUPOS DE RECEPTORES DE NEUROTRANSMISSORES:

- Receptores Ionotrópicos
 - Estes receptores são canais iônicos propriamente ditos, ou seja, com a ligação do neurotransmissor, há a abertura do canal de íons
- Receptores metabotrópicos
 - Estes receptores estão acoplados a proteína G, portanto, geram respostas celulares mediadas por segundos-mensageiros

RECEPTORES DE NEUROTRANSMISSORES



Ionotropic and Metabotropic Receptors

© Sinauer Associates, Inc.

<https://neuroscience5e.sinauer.com/animations05.03.html>

POTENCIAIS POS- SINÁPTICOS

O que são POTENCIAIS PÓS-SINÁPTICOS??

**O POTENCIAL PÓS-SINÁPTICO é igual ao POTENCIAL
DE AÇÃO?**

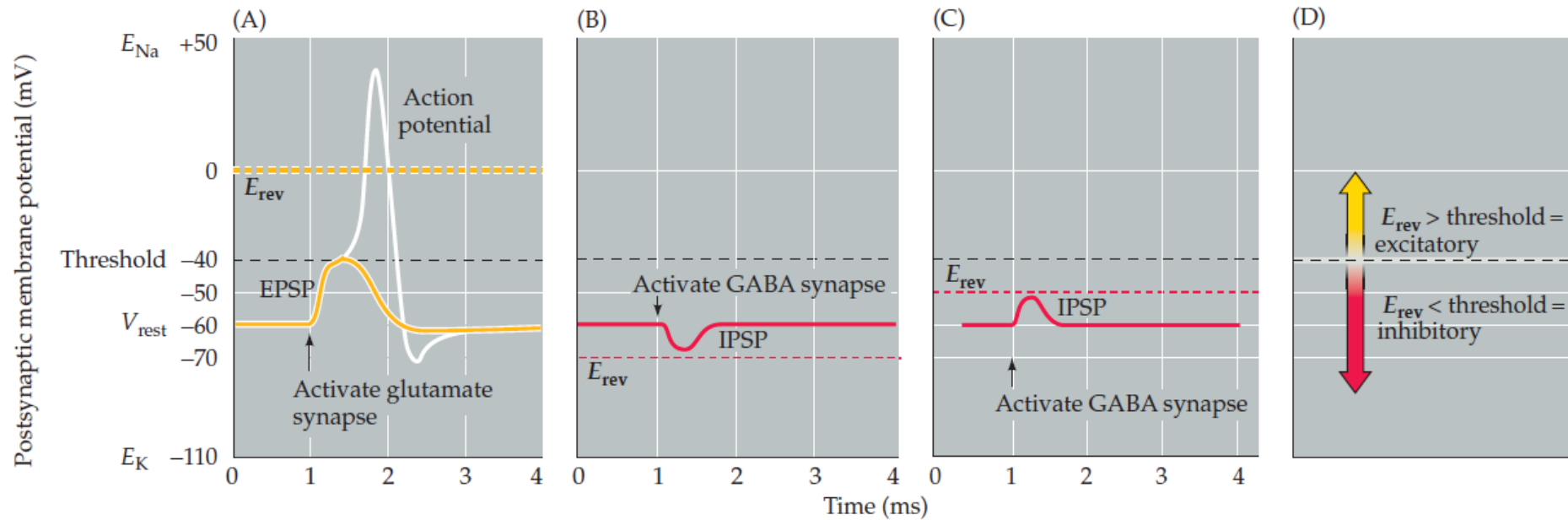
**Os POTENCIAIS PÓS-SINÁPTICOS podem causar
quais efeitos elétricos na membrana do neurônio?**

POTENCIAIS POS-SINÁPTICOS

São os potenciais gerados na membrana pós-sináptica, e podem ser excitatórios ou inibitórios

- **PEPS** → Potencial excitatório pós-sináptico
 - Potencial que aumenta a chance de ocorrer um potencial de ação
 - Aproxima o potencial da membrana ao limiar de excitação
- **PIPS** → Potencial inibitório pós-sináptico
 - Potencial que diminui a chance de ocorrer um potencial de ação
 - Afasta o potencial da membrana do limiar de excitação

POTENCIAIS POS-SINÁPTICOS



INTEGRAÇÃO SINÁPTICA

Somação de potenciais de ação

Os neurônios recebem milhares de sinapses ao mesmo tempo. A excitação ou inibição depende do balanço, ou seja, a soma dos PEPS e PIPS.

- **Somação temporal**

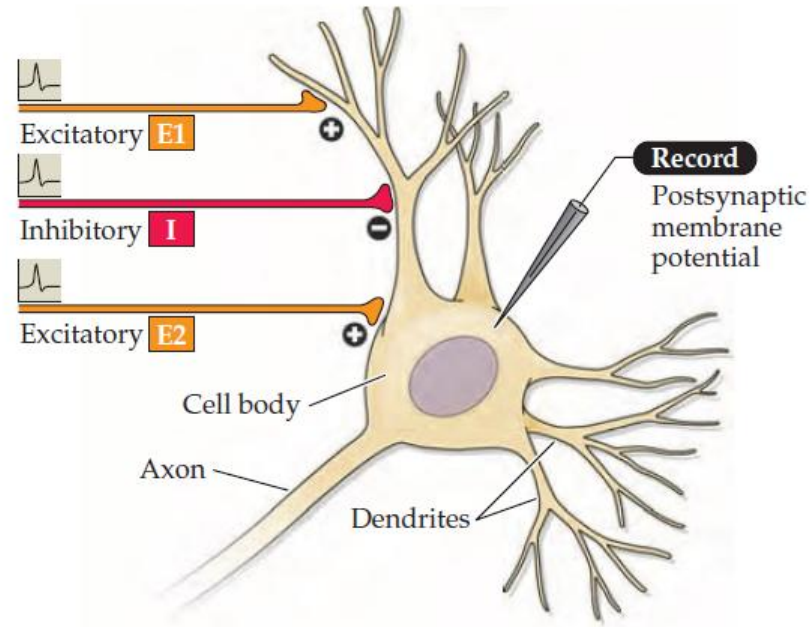
- Soma de inúmeros PPS oriundos de uma mesma sinapse → FREQUÊNCIA DE DISPAROS

- **Somação espacial**

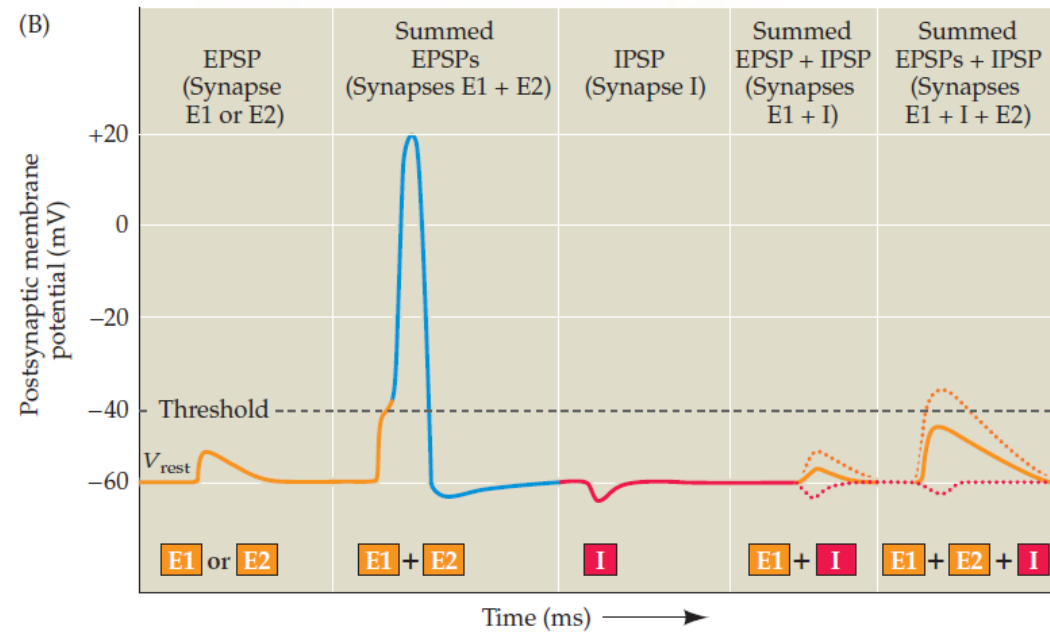
- Soma de PPS de diferentes sinapses → EXCITAÇÃO E INIBIÇÃO

INTEGRAÇÃO SINÁPTICA

Somação de potenciais de ação



(B)

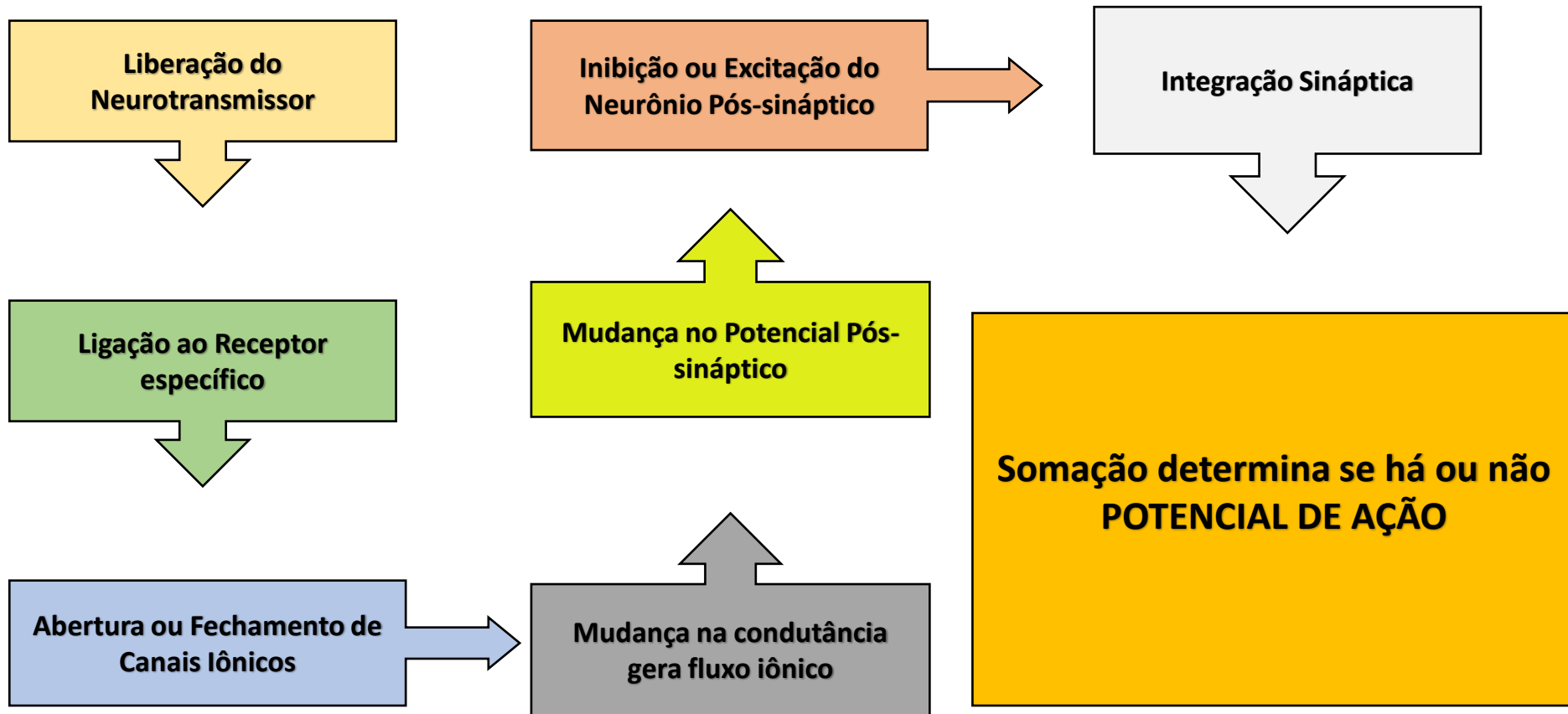


Summation of Postsynaptic Potentials

© Sinauer Associates, Inc.

<https://neuroscience5e.sinauer.com/animations05.02.html>

TRANSMISSÃO SINÁPTICA



Como um PA gera contração muscular?

Problema biológico!!

A sinapse entre um neurônio e uma célula muscular gera contração muscular.

Como se dá a transformação de informação química (sinapse) em contração muscular??

OBRIGADO!! 😊

rodrigocardoso2@usp.br