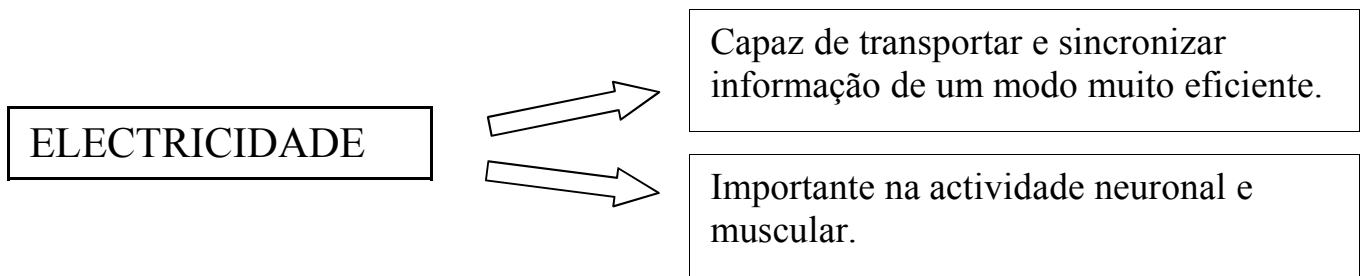


ELECTRICIDADE DOS SISTEMAS BIOLÓGICOS



ELECTRICIDADE DO SISTEMA NERVOSO

As células gliais

- O sistema nervoso é constituído fundamentalmente por dois tipos de células: as células nervosas ou neurónios e as células gliais.
- Funções das células gliais:
 1. Conferir firmeza aos tecidos cerebrais
 2. Remover os detritos resultantes da morte celular
 3. Formar a mielina que envolve alguns axónios
 4. Remover os neurotransmissores químicos
 5. Permitir armazenar K^+
 6. Conduzir os neurónios durante o seu desenvolvimento
 7. Participar nas funções correspondentes à barreira hemato-encefálica
 8. Ter funções nutrientes

As equações de Goldman e de Nernst

- As principais funções das células cerebrais são determinadas pelas características eléctricas das suas membranas.
- A diferença de potencial entre os dois lados de uma membrana é obtida através da equação de Goldman:

$$V = \frac{RT}{F} \ln \frac{\sum_K P_K [K]_o + \sum_J P_J [J]_i}{\sum_K P_K [K]_i + \sum_J P_J [J]_o}$$

R-constante dos gases raros;
T-temperatura (em kelvin);
F-constante de Faraday;
K-percorre todos os iões positivos envolvidos no processo;
J-percorre todos os iões negativos

envolvidos no processo;
 P_n -permeabilidade da membrana ao ião n ;
 $[n]_o$ -concentração do ião n no exterior da célula, no equilíbrio;
 $[n]_i$ -concentração do ião n no interior da célula, no equilíbrio.

- A equação de Goldman aplicada às células gliais, é bastante simplificada (equação de Nernst):

$$V = \frac{RT}{F} \ln \frac{[K^+]_o}{[K^+]_i}$$

Substituindo valores:

$$R = 8.3143 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1} \quad T = 310.15 \text{ K}$$

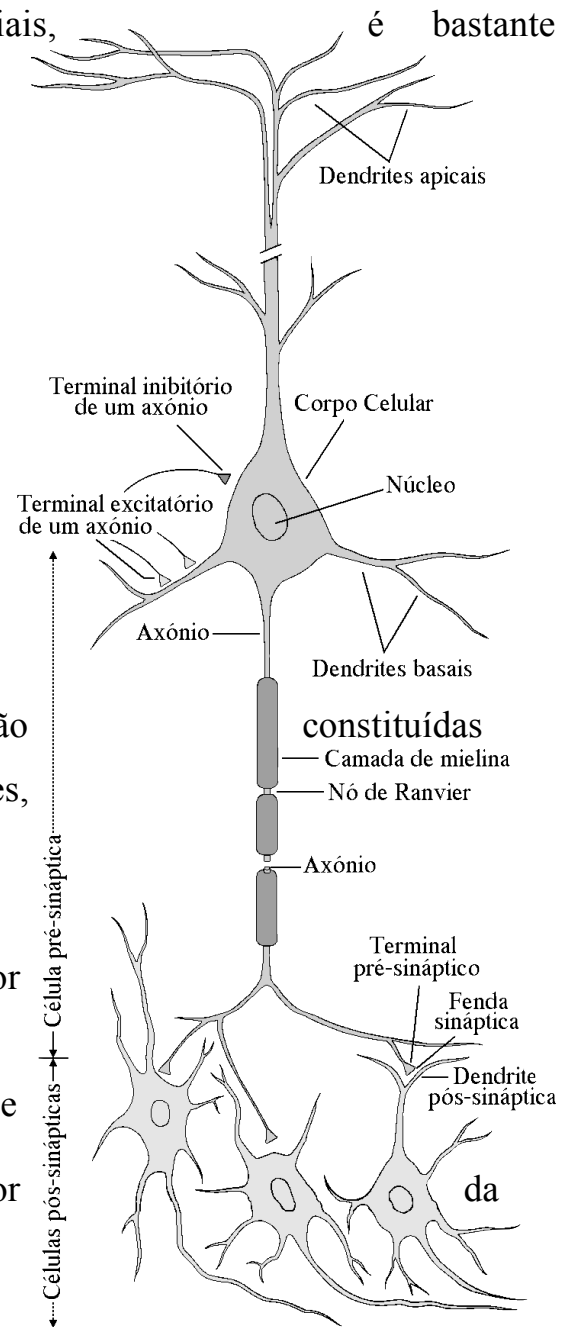
$$F = 9.6487 \times 10^4 \text{ C.mol}^{-1} \quad [K^+]_o = 3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[K^+]_i = 0.09 \text{ M}$$

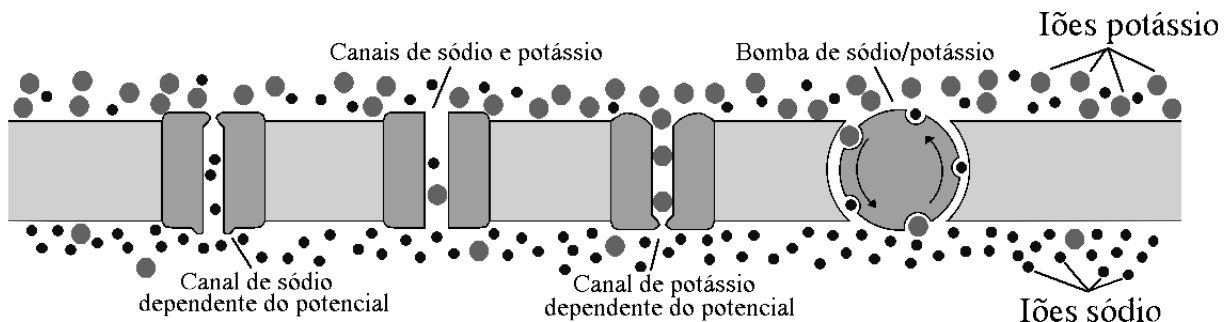
obtém-se: $V = -90.9 \text{ mV}$

Os neurónios

- As células nervosas ou neurónios são essencialmente por quatro partes: dendrites, corpo celular, axónio e terminais sinápticos.
- O potencial de repouso é determinado por vários factores:
 1. Permeabilidade da membrana aos iões Na^+ , K^+ e Cl^- .
 2. Concentrações dos iões no interior e no exterior membrana.
 3. Diferença de potencial.
 4. Transporte activo através da membrana.

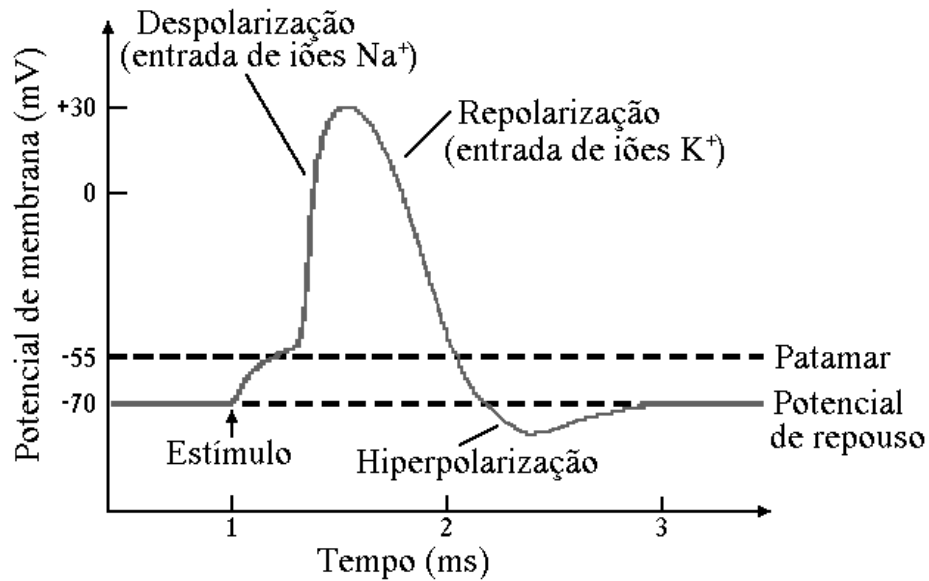


Meio intracelular



Meio extracelular

- O potencial de acção é o meio através do qual a informação é transportada ao longo do axónio.

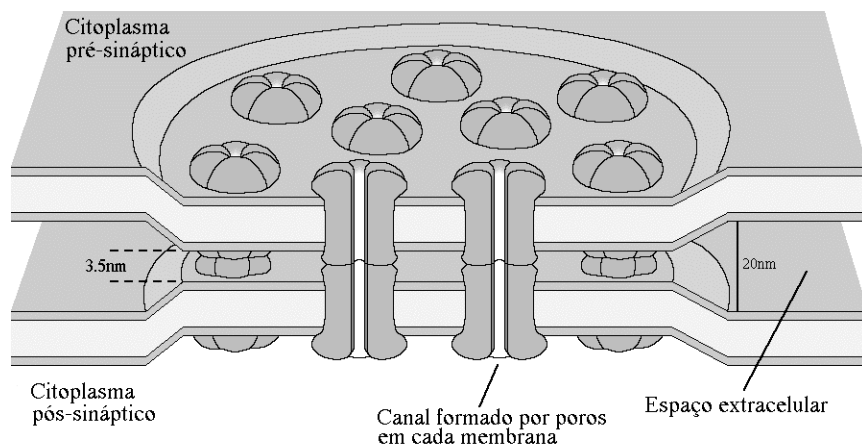


- Com base no mecanismo de criação de potenciais de acção compreende como é que estes são transportados ao longo do axónio?
- E qual a importância dos nós de Ranvier?
- E que motivo existe para que os potenciais de acção exibam hiperpolarização?

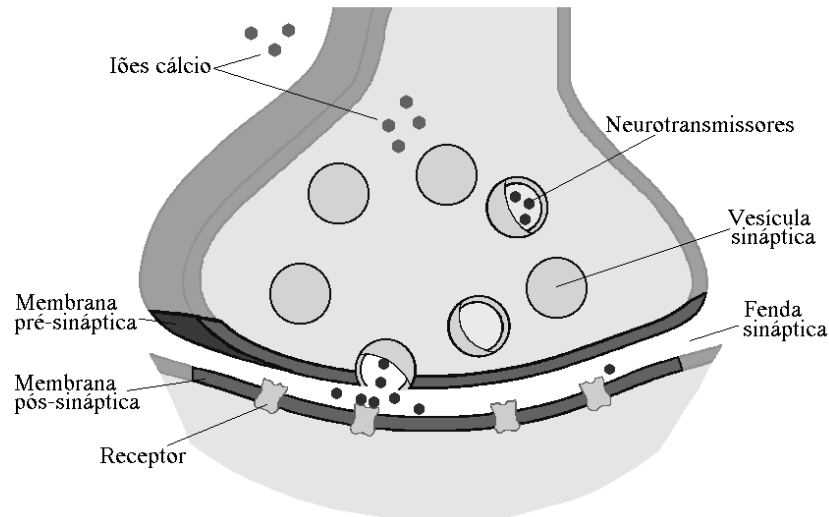
As sinapses

- As sinapses são os locais de troca de informação entre os neurónios.

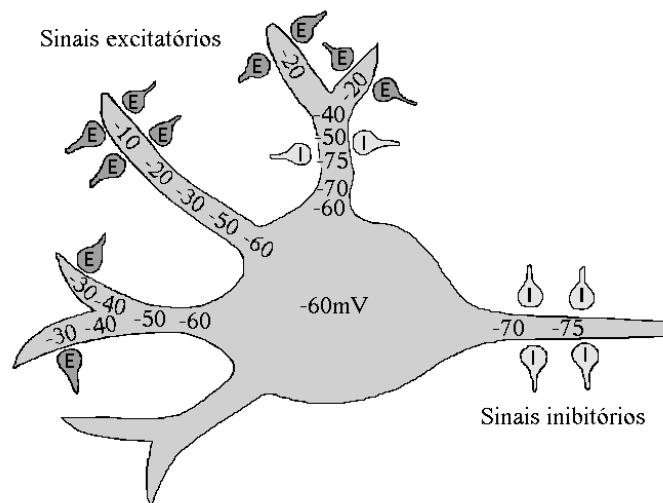
As sinapses eléctricas existem em número muito reduzido, mas transmitem o sinal muito rapidamente.



- Nas sinapses químicas os sinais são transferidos para outro neurónio através da libertação de neurotransmissores.



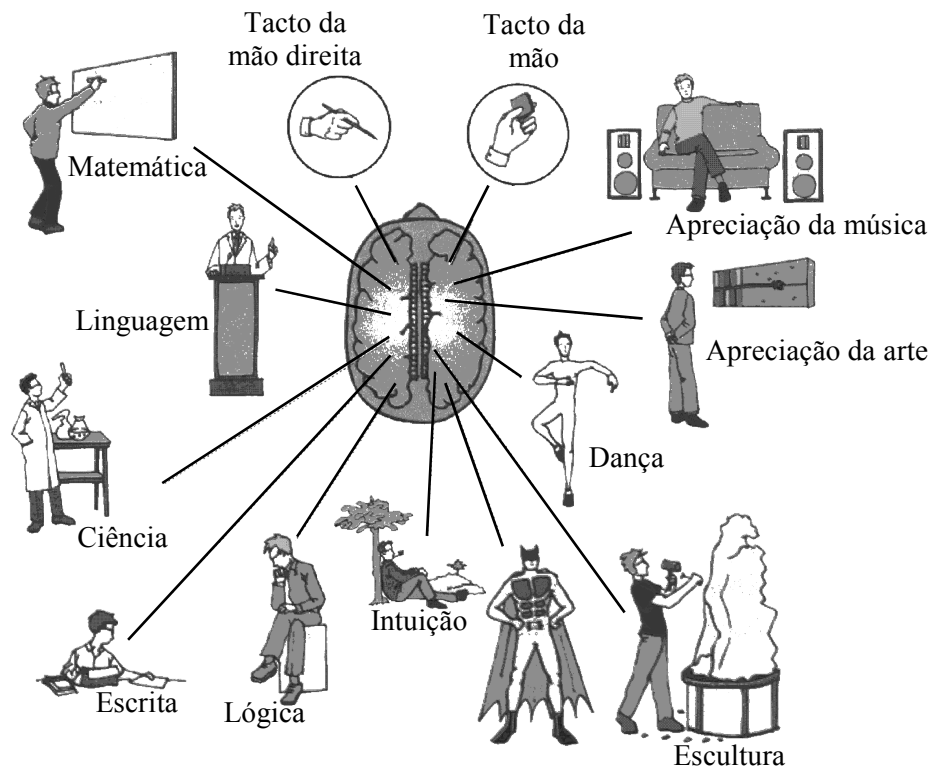
- As sinapses químicas podem ser excitatórias ou inibitórias.
- A *decisão* de gerar ou não um potencial de acção no neurónio pós-sináptico depende da integração de todos os sinais que fluem àquele neurónio.



O processamento cerebral

- Os aspectos mais intimamente ligados com o modo de processamento do cérebro, particularmente das suas funções mais complexas, têm sido alvo de uma enorme actividade científica.
- Pensa-se que uma parte das funções possa estar razoavelmente localizada, porém, as tarefas que exigem integração de vários tipos de informação conjectura-se que se encontrem deslocalizadas no cérebro.

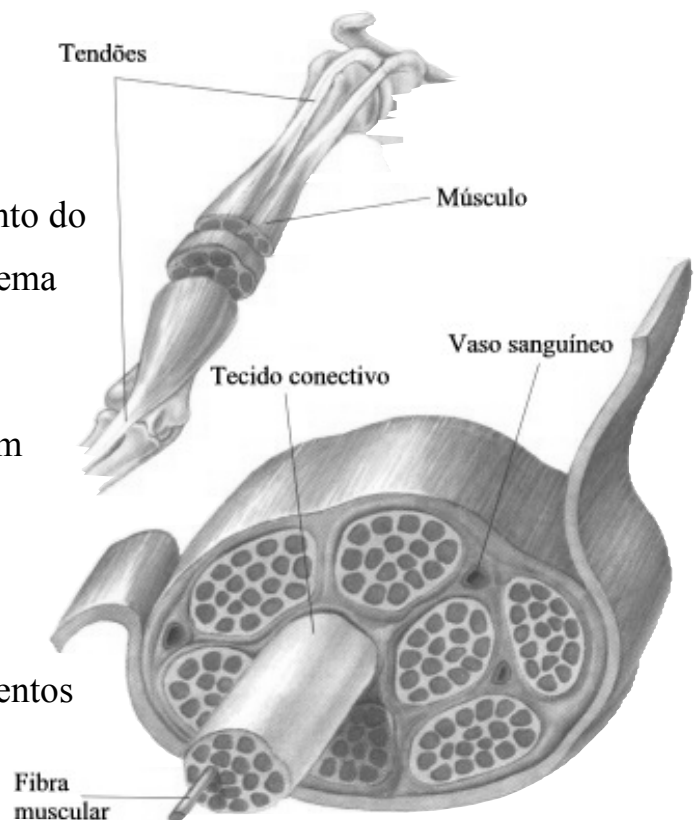
- É, no entanto, extremamente interessante dar conta, por exemplo, das evidentes assimetrias que o nosso cérebro apresenta no que toca a processar dados de origem diversa.

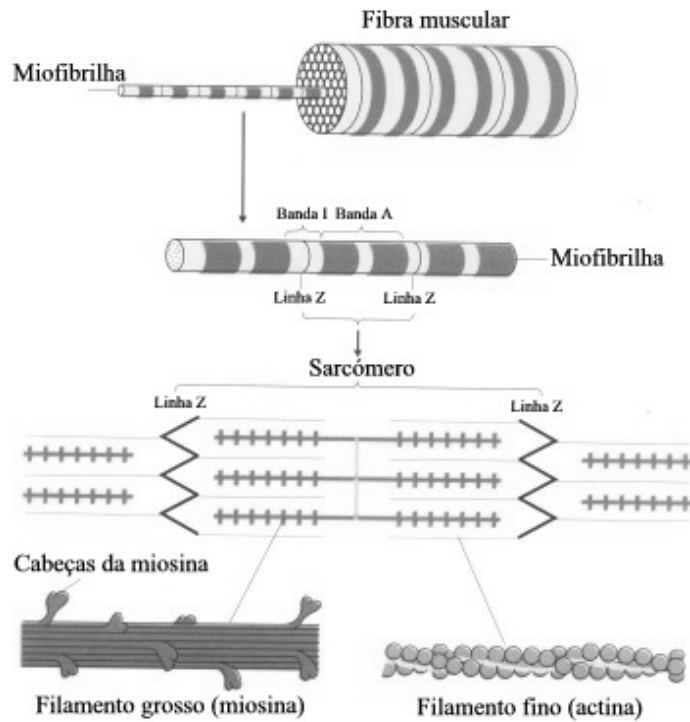


ELECTRICIDADE DOS MÚSCULOS

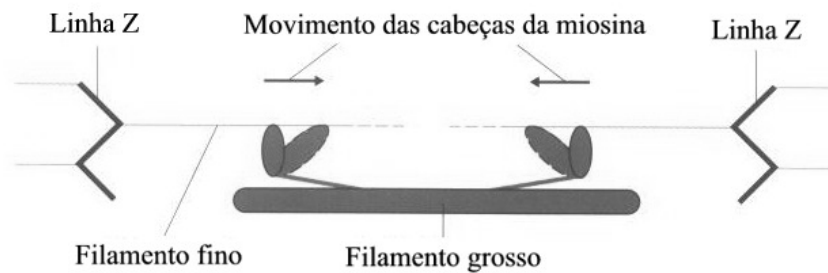
Os músculos esqueléticos

- Os músculos esqueléticos são os responsáveis pelo suporte e movimento do esqueleto e são controlados pelo sistema nervoso voluntário.
- Os músculos esqueléticos são também denominados estriados graças à sua constituição.
- Ou seja, graças ao conjunto de filamentos finos (actina) e grossos (miosina) dispostos paralelamente que os constituem.

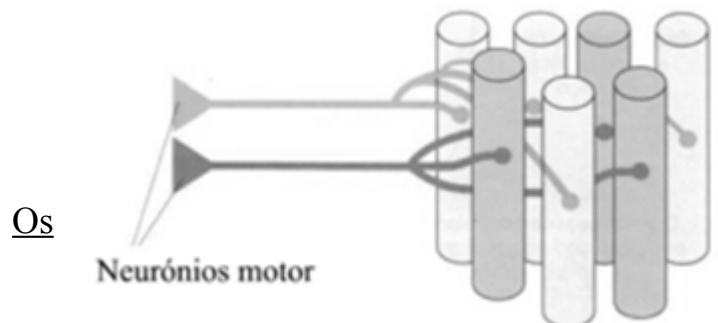
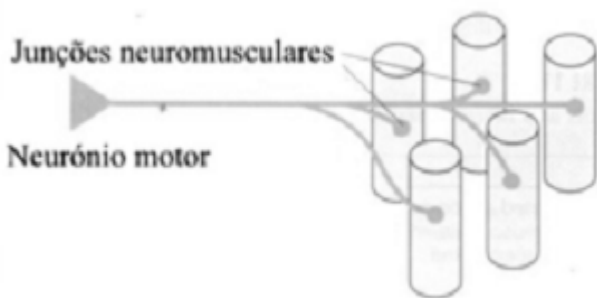




- O movimento das cabeças da miosina sobre a actina permite a contracção dos músculos.



- A contracção muscular é bloqueada pelo facto de os locais da actina aos quais a miosina se liga estarem, geralmente, inacessíveis. Só a chegada de iões cálcio desbloqueia esses locais e permite a contracção muscular.
- A chegada de cálcio à região muscular é conseguida através de sinais de acção provenientes de neurónios motores cujos terminais se ligam às fibras musculares.

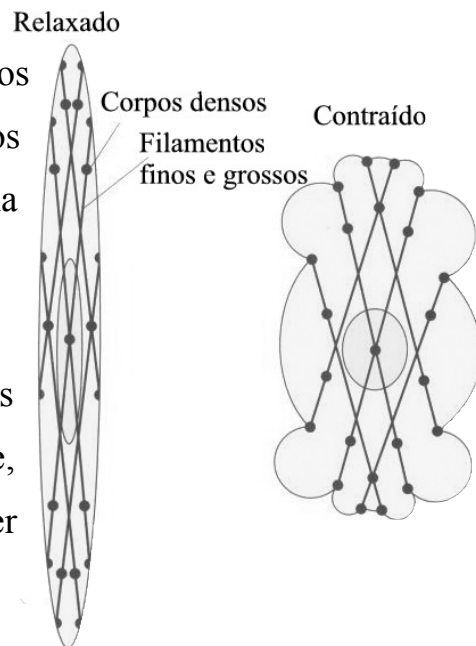


músculos lisos

- Os músculos lisos controlam os movimentos de vários órgãos e dos vasos sanguíneos e são governados pelo sistema nervoso autónomo, ou seja, os seus movimentos são involuntários.

- A sua estrutura é diferente da dos músculos esqueléticos, encontrando-se os filamentos finos e grossos ancorados à membrana celular e aos corpos densos.

- Embora o mecanismo de ligação das cabeças da miosina à actina seja diferente, a presença de cálcio continua a ser imprescindível para a contracção dos músculos lisos.

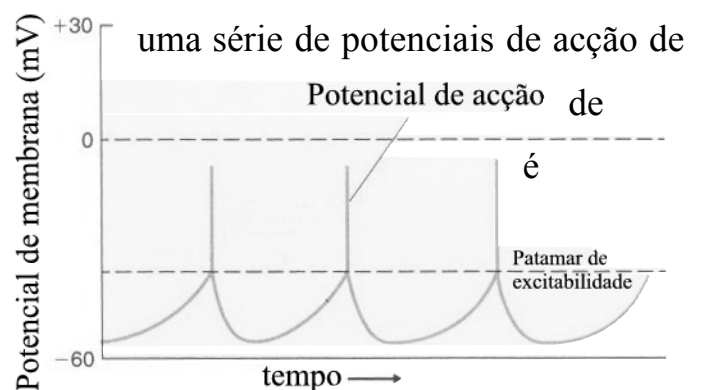


- A contracção dos músculos lisos depende da quantidade de cálcio libertado.

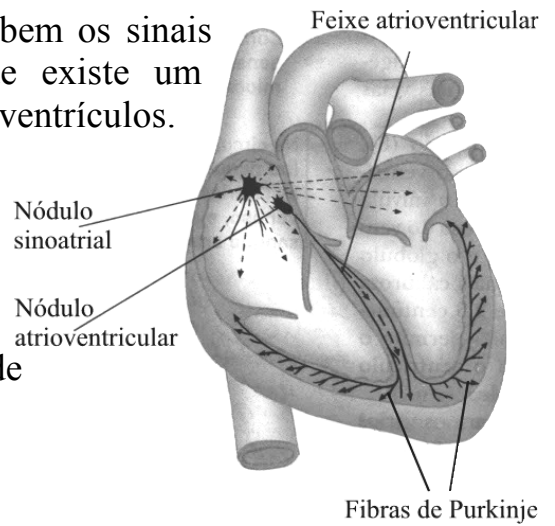
O músculo cardíaco

- A principal característica do músculo cardíaco é possuir, na sua constituição, células auto-excitáveis. Das quais se destacam as constituintes do nódulo sinoatrial.
- Estas células, graças a um fluxo de iões sódio despoletado pela repolarização do sinal anterior, apresentam um potencial que vai sempre aumentando até atingir o patamar de excitabilidade, a partir do qual se gera um potencial de acção.

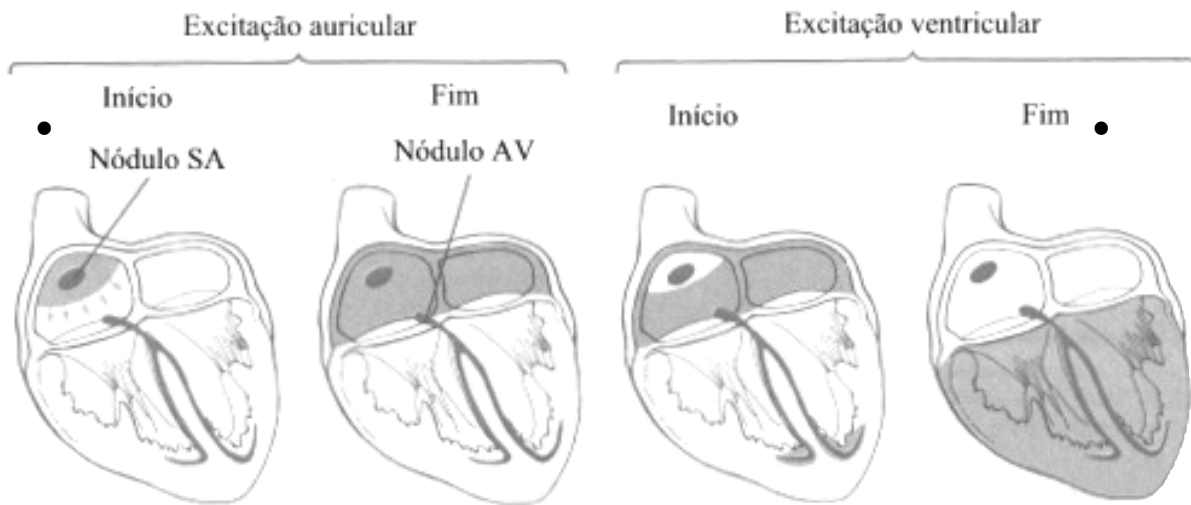
- Na figura lateral está representada células auto-excitáveis constituintes alguns músculos lisos. O mecanismo semelhante ao exibido pelas células cardíacas.



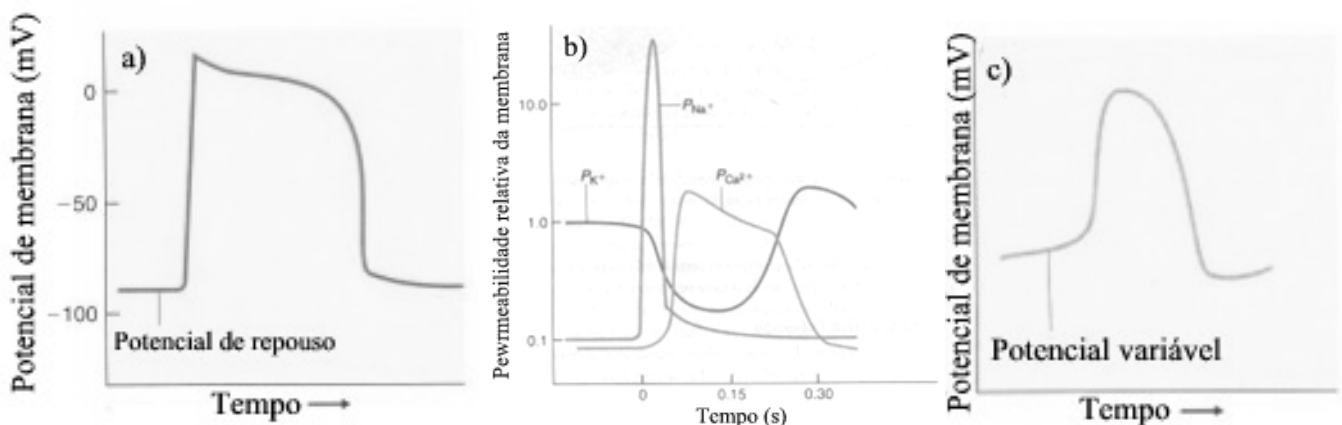
- O tecido muscular cardíaco conduz muito bem os sinais eléctricos, verificando-se, no entanto, que existe um excelente isolamento entre as aurículas e os ventrículos.
- A condução entre as aurículas e os ventrículos é feita através de um sistema de fibras que é composto pelo nódulo sinoatrial, pelo nódulo atrioventricular, pelo feixe atrioventricular e pelas fibras de Purkinje.



- A sequência de contracção pode ser visualizada através da figura:



- Os potenciais de acção cardíacos são muito distintos dos potenciais de acção neuronais:



- A característica de auto-excitabilidade não é exclusiva do nódulo sinoatrial. Outras regiões do coração, como o nódulo atrioventricular também são constituídos por células que se auto-excitam, embora apresentem um ritmo menor. Consegue explicar porquê?