

Membrana Plasmática

Apesar de sua pequena espessura – 7,5 a 10,0 nm – a membrana plasmática é uma estrutura fundamental para a manutenção das células e, conseqüentemente, da vida. Além de regular o transporte de substâncias, a membrana também está relacionada com a **conversão de sinais externos em eventos internos**, e **comunicação e adesão** entre as células que compõem nosso organismo.

Conversão de sinais externos em eventos internos (O que é isso?)

O nosso organismo recebe inúmeras informações, tanto do ambiente quanto dos diversos órgãos que compõem nosso corpo. Essas informações são recebidas, também, pela membrana plasmática, que as converte em eventos celulares. Por exemplo, a luz que atinge a retina é convertida em sinais elétricos que, ao se propagar pelo sistema nervoso, permitem-nos enxergar.

Comunicação e adesão (O que é isso?)

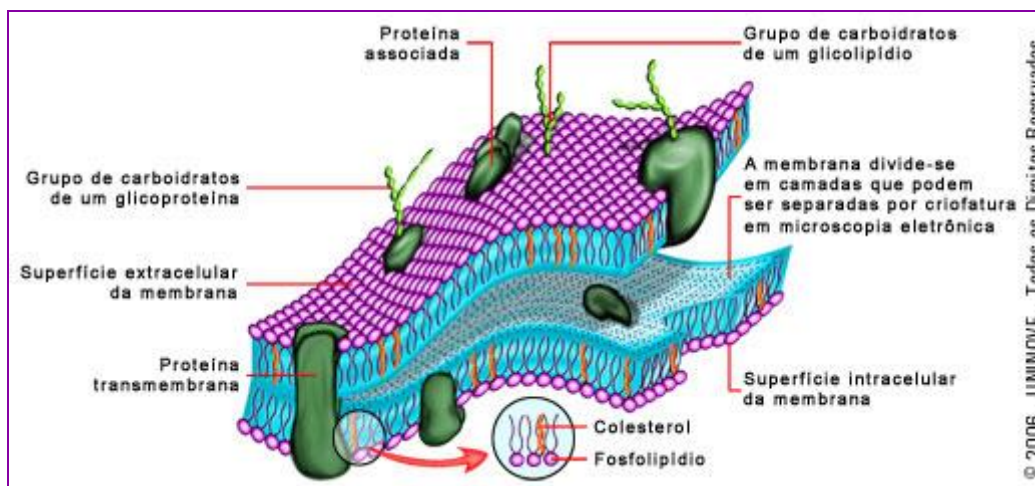
Para que os tecidos realizem suas funções, suas células constituintes devem manter comunicação constante e, como no caso do tecido epitelial, garantir a adesão entre si. Essas funções são garantidas por estruturas da membrana plasmática, como junções comunicantes e desmossomos.

O transporte de substâncias que ocorre através da membrana depende de sua **composição química** e das propriedades físicas e químicas das substâncias transportadas, além da concentração interna e externa dos solutos e temperatura.

Composição química

De forma geral, as **membranas celulares** são compostas por uma **dupla camada de lipídeos**, na qual estão inseridas, total ou parcialmente, **proteínas**. Na superfície externa da membrana plasmática, ainda é possível observar carboidratos associados aos lipídeos (glicolipídeos) ou às proteínas (glicoproteínas).

Membrana Plasmática



"...dupla camada de lipídeos..."

As moléculas de lipídeos que constituem a membrana plasmática são, em maior parte, fosfolípídeos. Entretanto, também são encontradas moléculas de colesterol e esfingolípídeos.

Estruturalmente, a membrana é a dupla camada de lipídeos, sendo que sua fluidez e elasticidade estão relacionadas à quantidade de moléculas de colesterol e, também, tamanho e número de insaturações das cadeias carbônicas.

Proteínas

As proteínas da membrana plasmática estão intimamente associadas às funções desempenhadas pelas células. Dentre as funções das proteínas de membrana, são citadas:

Transporte de íons ou moléculas polares; Atividade imunogênica; e Receptores de hormônios e neurotransmissores.

Somente com o auxílio do microscópio eletrônico é possível observar a membrana plasmática. Mas, mesmo antes da invenção do microscópio, já era suposta sua existência, graças a comprovações indiretas.

Comprovações indiretas (Quais?)

Características físico-químicas da membrana; Manutenção do meio interno; e Alteração do volume do hialoplasma quando colocada em diferentes soluções.

O modelo de mosaico fluido, proposto por Singer e Nicholson em 1972, explica a permeabilidade seletiva da membrana.

Os transportes realizados pela membrana estão associados à sua constituição química e, conseqüentemente, com sua permeabilidade seletiva.

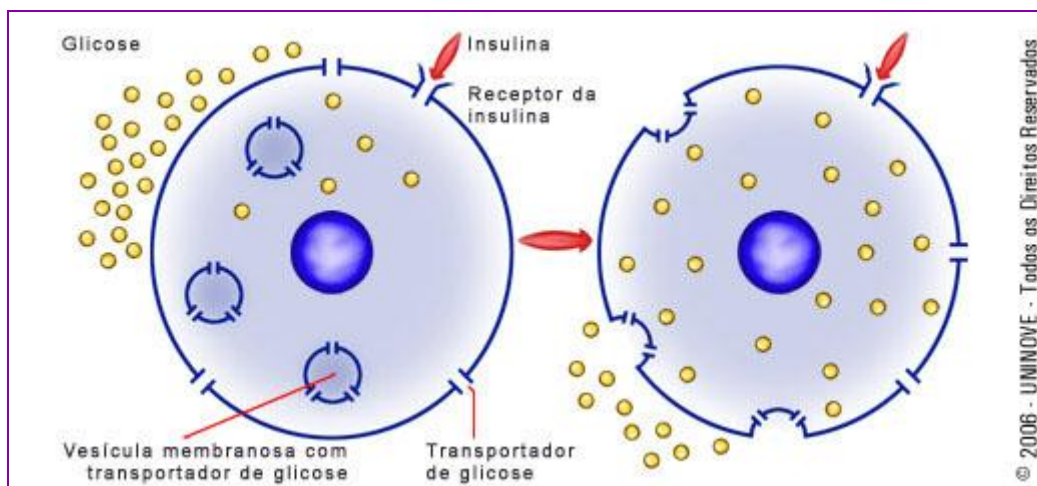
Sua constituição química está relacionada com sua permeabilidade seletiva . (Por quê?)

Caso a membrana fosse constituída por apenas uma dupla camada de lipídeos, substâncias polares como a glicose não seriam capazes de atravessá-la. Se fosse assim, apenas substâncias apolares e sem carga (hormônios esteróides e gases, por exemplo) conseguiriam "passar" pela membrana.

Devido à presença de proteínas, a membrana não é uma simples barreira, porém uma estrutura que seleciona substâncias e que tem a capacidade **de alterar sua permeabilidade**, conforme sua necessidade e mantendo as melhores condições possíveis para o organismo.

Sua permeabilidade pode ser alterada (Como assim?)

Quando terminamos de almoçar um bom prato de purê de batata, por exemplo, ou uma bela pizza, a concentração de glicose no sangue aumenta. A hiperglicemia estimula o pâncreas a liberar insulina que, quando se liga ao seu receptor, "manda" a célula aumentar a quantidade de transportadores de glicose na membrana. Desta forma, com maior quantidade de transportadores, a célula "fica" mais permeável e, por causa disso, a "entrada" de glicose na célula é maior e, conseqüentemente, a concentração de glicose no sangue diminui.



Mecanismos de Transporte

Na aula passada, vimos que a membrana plasmática é constituída por uma dupla camada de lipídeos na qual estão inseridas as proteínas. Vimos também que, devido a sua constituição, a membrana plasmática não é uma simples barreira, mas uma estrutura capaz de selecionar substâncias que entram e saem das células.

Entretanto, essa entrada e saída de substâncias não depende somente da estrutura da membrana plasmática, porém também de outros fatores, como:

- ▶ propriedades químicas e físicas da substância transportada;
- ▶ temperatura em que se encontra a célula;
- ▶ concentrações intra e extracelulares; e
- ▶ gradiente químico e / ou eletroquímico da substância transportada

Como assim? Essa eu não entendi...

Pois bem, tentemos compreender melhor o que está escrito. Sabemos que a membrana, basicamente, é uma dupla camada de lipídeos. Por isso, a membrana é permeável a substâncias como os gases e hormônios de natureza lipídica. Mas a substância entra ou sai? É justamente isso. O fato de ser permeante (substância que atravessa a membrana plasmática) não significa que a substância entra ou sai da célula. O sentido do transporte depende de outros fatores, como a **temperatura** e as **concentrações intra e extracelulares**.

Temperatura

Todos nós já acrescentamos açúcar no café ou chá quente e também em sucos gelados. Vocês já perceberam que a diluição do açúcar em soluções quentes é mais rápida que em soluções frias? Você deve se perguntar: Por quê? Pois é, a temperatura é outro fator que influencia na diluição de um soluto. Quanto maior for a temperatura de um corpo, maior é a agitação de seus átomos e moléculas constituintes. Isso favorece a diluição do soluto no solvente.

Concentrações intra e extracelulares

Aprendemos, em Biologia, que quando há diferentes soluções com concentrações diferentes separadas por uma membrana permeável, o soluto tende a se movimentar da região de maior concentração para a região de menor concentração.

Em alguns mecanismos de transporte, observa-se que há ou não o consumo de ATP. Quando não há consumo de ATP, o transporte é denominado **passivo**. E quando há gasto, o processo é conhecido como **transporte ativo**.

Transporte Passivo

O não consumo de ATP é a principal característica do transporte passivo, mas não a única. Estar a favor do gradiente químico ou eletroquímico também é característica deste mecanismo de transporte. Dentre os processos a ele relacionados, citam-se a difusão simples ou facilitada, e a osmose.

Difusão simples

Para compreendermos melhor a difusão, pensemos em alguns exemplos:

Quando derrubamos um frasco de perfume em nosso quarto, após algum tempo, é possível sentir esse cheiro por todo o quarto e também fora dele. O que aconteceu? O perfume se difundiu pelo ar. Neste caso, o perfume é o soluto e o ar o solvente. A difusão, segundo o dicionário Michaelis, é uma "dispersão ou espalhamento". Ainda conforme o mesmo dicionário, através da difusão as moléculas de um soluto se misturam com as moléculas de um solvente, como resultado de seus movimentos aleatórios induzidos também pela energia térmica.

Através desse mesmo processo, o tecido epitelial é nutrido e oxigenado pelo tecido conjuntivo adjacente. Ou ainda, é através da difusão que ocorre a hematose.

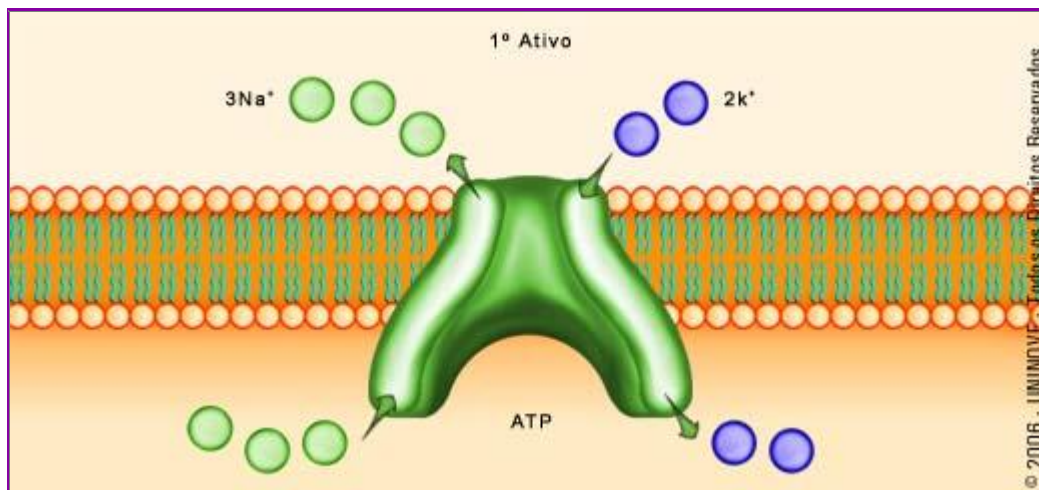
O transporte de **íons** através de **canais protéicos** também é classificado como difusão simples.

Transporte ativo

O mecanismo de transporte ativo tem, como característica determinante, o consumo de ATP. Algumas proteínas da membrana, como a bomba de sódio e potássio ATPase e a bomba de cálcio ATPase, são capazes de transportar as substâncias contra a difusão com o consumo de ATP.

Bomba de sódio e potássio ATPase

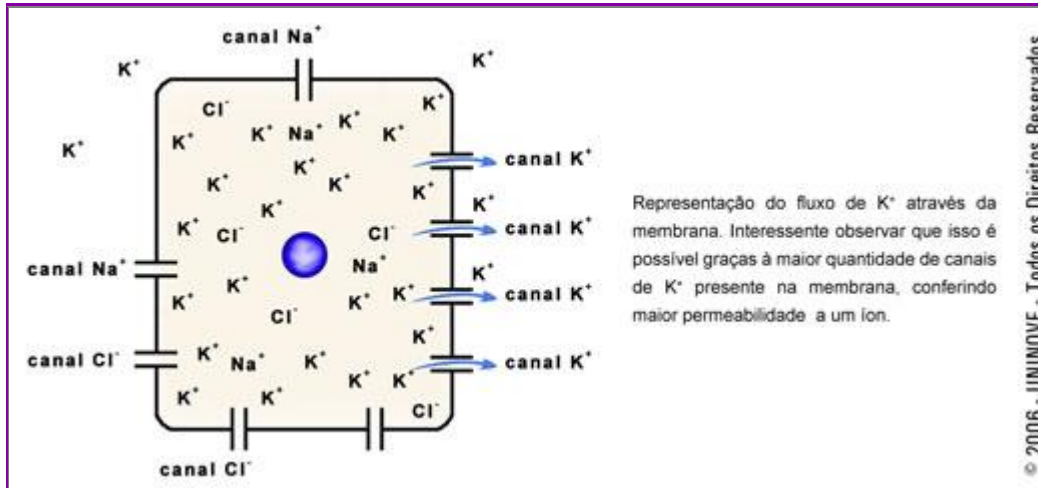
A bomba de sódio e potássio ATPase é capaz de transportar sódio para fora da célula enquanto transporta o íon de potássio no sentido inverso, isto é, para dentro da célula. A concentração iônica de sódio no **LIC (líquido intracelular)** é menor que no **LEC (líquido extracelular)**. E a concentração de sódio não pode ser alta dentro da célula. Se fosse alta, haveria maior volume de água no citoplasma, o que poderia levar a lise celular. Por difusão, esse íon tem a tendência de entrar na célula. Devido à **baixa permeabilidade (devido à pequena quantidade de canais iônicos abertos)** da membrana ao sódio, seu **influxo (entrada)** é muito pequeno. Apesar de baixo, se não houvesse a bomba de sódio e potássio ATPase, a concentração desse íon no citoplasma lentamente aumentaria e a membrana se romperia. Já o íon de potássio apresenta maior concentração no interior da célula. Logo, por difusão, sua tendência é sair da célula. Novamente, por ação da bomba de sódio e potássio ATPase, o potássio entra na justa medida em que sai da célula. Desta forma, é garantida maior concentração do íon no citoplasma e, conseqüentemente, contínuo **efluxo (saída)** de potássio.



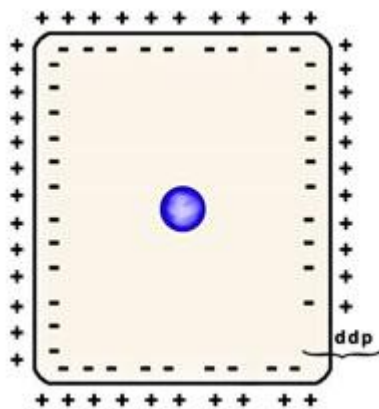
Potencial de membrana

Na aula anterior compreendemos sobre os mecanismos de transporte passivo e ativo. Vimos também que a permeabilidade da membrana aos íons depende da quantidade de canais iônicos abertos. Agora, aprenderemos qual a implicância desses fatos para as células.

Devido às diferentes concentrações iônicas de potássio dentro e fora da célula e também em decorrência da maior permeabilidade da membrana ao potássio, observa-se que há **efluxo (saída)** do potássio.



Como o potássio possui carga positiva, com sua saída, há **separação de cargas** ao longo da membrana e, conseqüentemente, gera-se uma **diferença de potencial** (diferença da energia potencial elétrica por unidade de carga).



Essa diferença de potencial registrada entre a superfície interna e externa da membrana plasmática é denominada potencial de membrana (V_M). Seu valor é determinado com o auxílio de dois microeletrodos, um colocado na superfície externa da membrana plasmática e o outro colocado na superfície interna, ligados a um voltímetro. Somente a saída de potássio que gera o potencial de membrana?

Sem dúvida alguma, o efluxo de potássio é principal fator que determina a **gênese (origem)** do potencial de membrana. Mas a membrana não é permeável somente ao potássio... Ela também é permeável ao sódio e ao cloreto. É pouco permeável, mas ainda assim é permeável. Devido a essa baixa permeabilidade, as correntes iônicas de sódio e cloreto também participam da origem da diferença de potencial registrada na membrana plasmática.

Potencial de Repouso

Antes de iniciar o assunto desta aula, recordemos o que já foi visto até aqui!

- ▶ A membrana plasmática é formada por uma dupla camada de lipídeos, na qual estão inseridas proteínas;
- ▶ As proteínas que constituem a membrana exercem várias funções, como canais iônicos e bombas;
- ▶ Os íons atravessam a membrana plasmática através das proteínas presentes na membrana e, portanto, sua permeabilidade depende da quantidade de canais iônicos abertos;
- ▶ Devido às diferentes concentrações iônicas intra e extracelulares, além das diferentes permeabilidades da membrana aos íons de sódio, potássio e cloreto, é registrada uma diferença de potencial entre as superfícies interna e externa da membrana plasmática.

Feita a nossa revisão, daremos continuidade ao nosso estudo.

Como já visto, o principal fator gerador do potencial de membrana é o efluxo de potássio. Pergunta-se: Se a saída de potássio fosse mantida constante, o potencial de membrana seria também constante ao longo do tempo? Sim! Se mantivermos o equilíbrio dinâmico dos fluxos dos íons de potássio e também de sódio e cloreto, a **diferença de potencial registrada na membrana seria constante**.

Como assim?

Para garantir a constante o valor do potencial de membrana, deve-se assegurar a contínua saída de potássio. E como isso é possível? Bem, mantendo maior a concentração interna de potássio que a concentração externa e, desta forma, há permanente efluxo desse íon. A maior concentração de potássio no LIC (líquido intracelular) é resultado da ação da **bomba de sódio e potássio ATPase**.

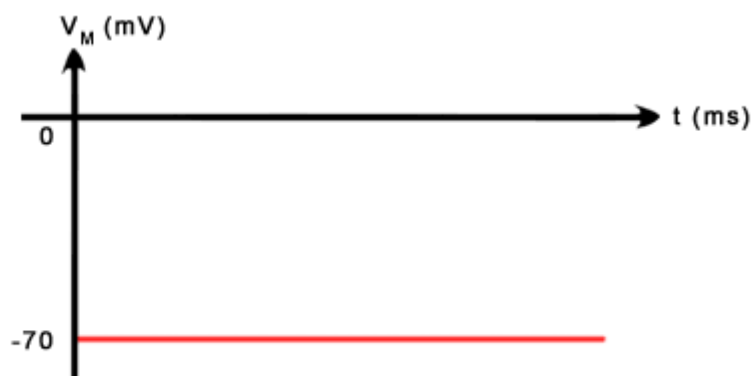
Bomba de sódio e potássio ATPase

A quantidade de potássio que sai da célula é repostada, na justa medida, por bombas de sódio e potássio presentes na membrana plasmática. Além disso, a bomba também transporta o íon de sódio para fora da célula, também na justa medida em que ele entra. Assim, as concentrações iônicas intra e extracelulares são mantidas diferentes e, também, os fluxos dos íons.

A essa condição em que se encontra a célula dá-se o nome de **potencial de repouso** (situação em que se encontra a célula quando o potencial de membrana não muda).

Potencial de repouso

Na figura abaixo, pode-se observar que o potencial de membrana não sofreu alterações ao passar do tempo. Reparem que o valor do potencial de membrana foi o mesmo.



Podemos ver que, ao longo do tempo, o potencial de membrana (que vale -70 mV) não sofreu qualquer alteração. Por isso, seu registro gráfico é uma linha reta paralela ao eixo X.

Potencial de Ação (parte I) _____

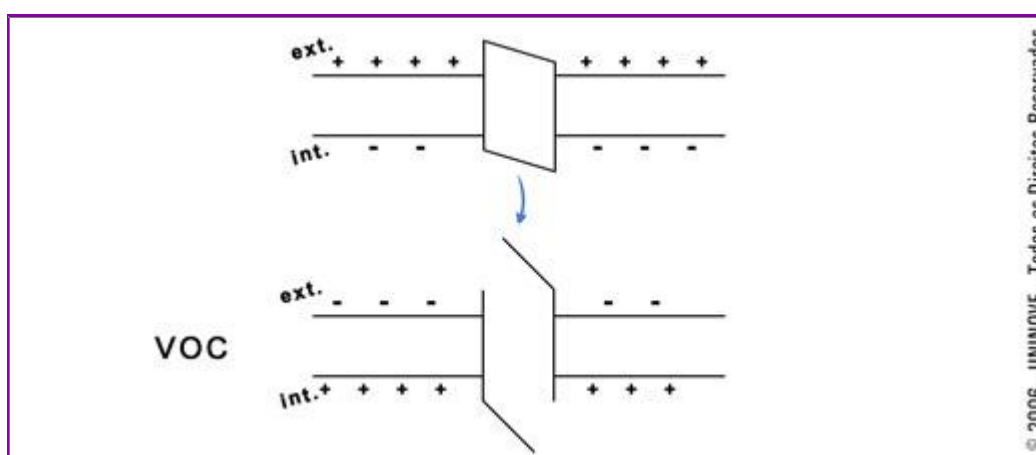
Agora, seremos capazes de entender porque tanta coisa foi explicada!

Na aula anterior, foi visto que existe o potencial de membrana que, quando constante, é denominado potencial de repouso.

Essencialmente, todas as nossas células apresentam um potencial de membrana. Contudo, em células excitáveis (células que apresentam na membrana VOC (**canais operados por voltagem**)) esse valor muda quando elas exercem sua função.

Canais operados por voltagem

Os canais iônicos não estão constantemente abertos ou fechados. Seu mecanismo de abertura e fechamento pode ser controlado por diversas maneiras, sendo que um dos fatores que os controlam é a voltagem. Isto é, de acordo com o valor do potencial de membrana, o canal é aberto ou fechado.



Como assim?

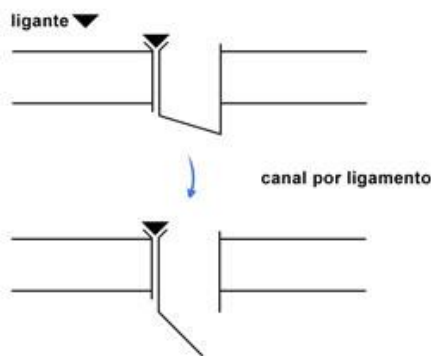
Atenção! Vimos que existe o potencial de membrana, isto é, a diferença de potencial existente entre a superfície interna e externa da membrana plasmática. De acordo com o valor desse potencial de membrana, os canais iônicos podem abrir ou fechar, alterando assim também a permeabilidade da membrana plasmática.

Somente a voltagem pode abrir ou fechar um canal iônico?

Vejamos! Não é somente a voltagem que controla a abertura e fechamento de um canal. Existem outros mecanismos de abertura, por exemplo "**por ligante**".

Por ligante

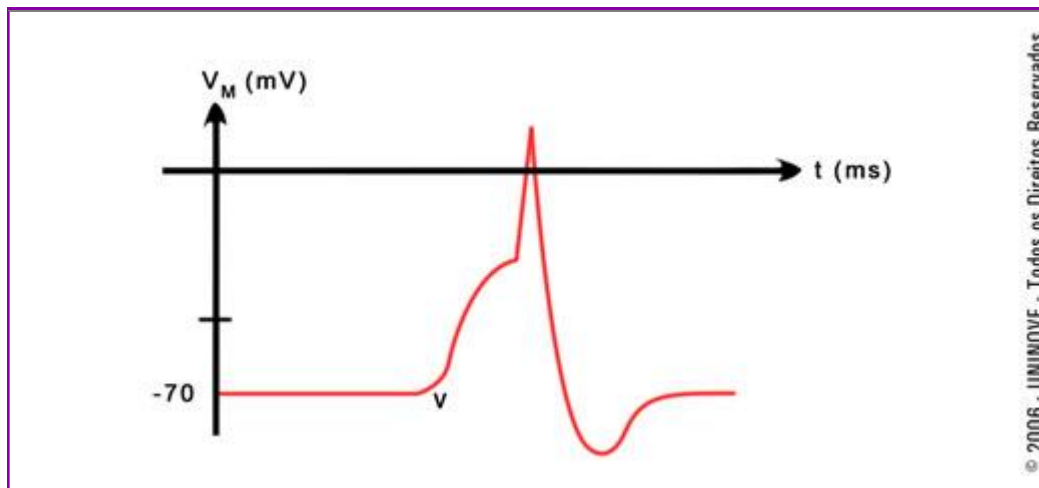
O receptor de membrana está associado ao canal iônico. Desta forma, ao se ligar no seu receptor, o canal ao qual ele está relacionado é aberto.



A alteração do valor do potencial de membrana durante o desempenho de função dessas células, que é provocado a partir de um estímulo (v), recebe o nome de **Potencial de Ação**.

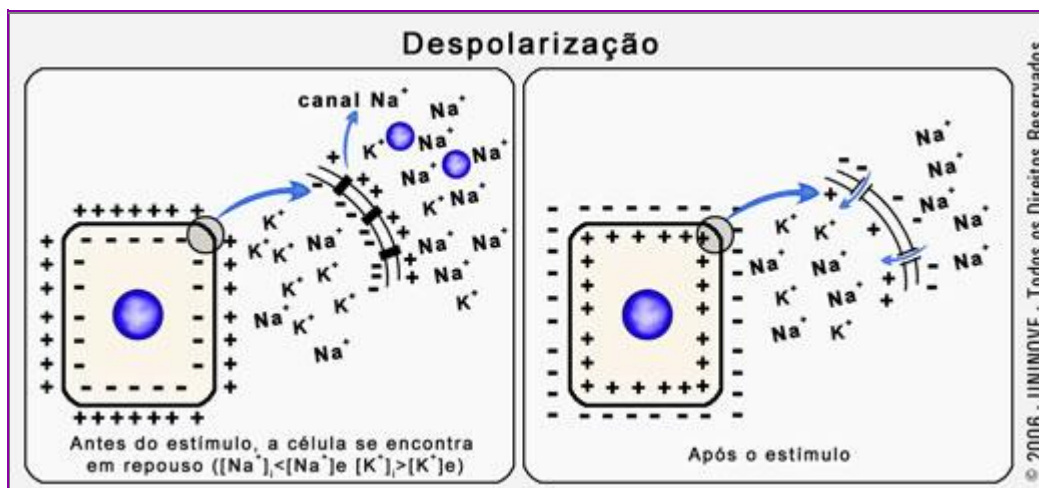
Potencial de Ação

Poderíamos definir como Potencial de Ação a alteração rápida e brusca que ocorre no potencial de repouso e que se propaga ao longo da célula. Partindo do valor negativo, o potencial de membrana se **eleva a valores positivos (despolarização)** e, depois, retorna ao seu valor inicial (**repolarização**).



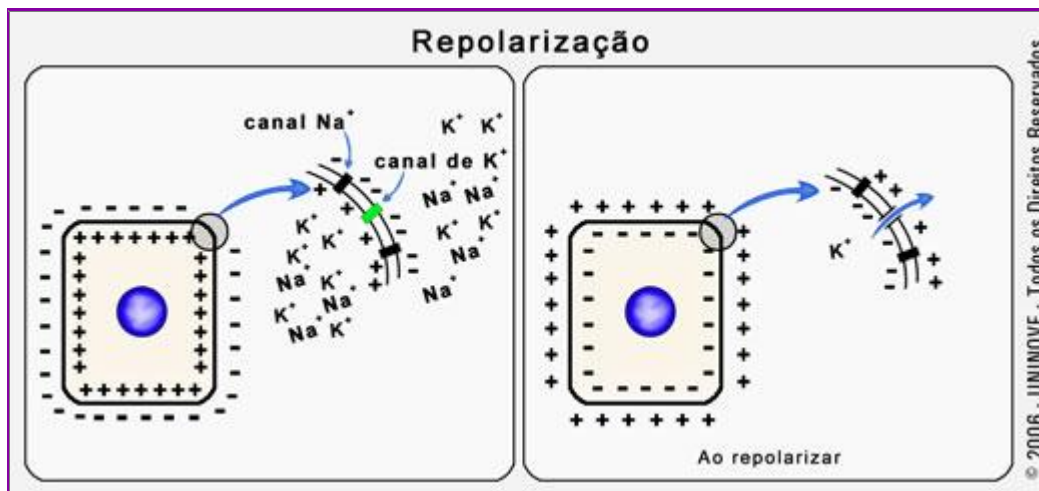
Despolarização

A elevação do potencial de membrana está relacionada com a transferência de cargas positivas pra dentro da célula. Tal fenômeno ocorre porque ocorreu abertura dos canais de sódio que, conseqüentemente, aumentam a permeabilidade da membrana ao sódio.



Repolarização

O retorno ao potencial inicial ocorre pelo retorno das cargas positivas para o líquido extracelular. Durante esse período, há redução da permeabilidade ao íon sódio, ao mesmo tempo em que é aberta grande quantidade de canais de potássio e efluxo desse íon.



A propagação desse potencial ao longo do sistema nervoso permite que haja **comunicação entre partes distantes** dos organismos dotados de sistema nervoso.

Potencial de Ação (parte II)

Pois bem, demos continuidade ao nosso assunto de potencial de ação.

Na aula passada, aprendemos o que é o potencial de ação. Vimos que é resultado de um estímulo em células excitáveis.

Mas será que todos os estímulos são capazes de gerar um potencial de ação?

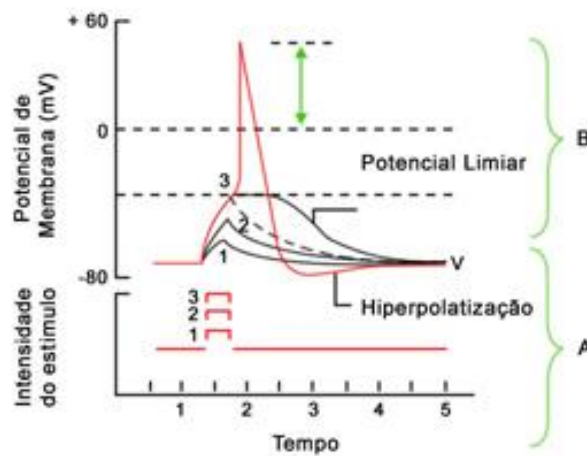
Pensemos juntos...

Quantas vezes não conseguimos ouvir o que nossos colegas ou amigos dizem? E não é por falta de atenção.

Simplesmente não ouvimos porque eles falaram muito baixo.

Não podemos negar que eles pronunciaram algum som. Porém, devido à baixa intensidade, esse som não foi capaz de gerar um potencial de ação.

De acordo com a intensidade do estímulo, existem duas possibilidades às células: ou a perturbação é rapidamente atenuada ou a perturbação é propagada por toda sua extensão. Nem todo estímulo é capaz de gerar um potencial de ação.



© 2006 - UNINOVE - Todos os Direitos Reservados

Logo, pode-se concluir que, para ocorrer um potencial de ação, o estímulo deve provocar uma **alteração mínima no potencial de membrana**.

Alteração mínima no potencial de membrana

Todo estímulo é capaz de perturbar o valor do potencial de repouso. Entretanto, quando essa perturbação não atinge uma intensidade mínima, ela é rapidamente atenuada. E quando o estímulo alcança determinado valor de potencial de membrana, maior quantidade de canais de sódio é aberta, e a membrana é, então, despolarizada. Esse valor mínimo que o estímulo deve alcançar para gerar um potencial de ação é denominado potencial limiar (V_L).

Compreendemos, ainda, que a propagação do potencial de ação permite que haja condução do impulso pelo sistema nervoso.

Sabemos que os estímulos são recebidos pelos dendritos e que são convertidos em corrente elétrica que, então, é conduzida pelo axônio. Essa corrente segue numa única direção porque os canais de sódio operados por voltagem apresentam três estados funcionais: **fechado, aberto e inativo**.

A propagação do potencial de ação no botão terminal do axônio permite que sejam liberados neurotransmissores na fenda sináptica e que então seja conduzida a corrente por outros neurônios. Através desse fenômeno biológico, portanto, há comunicação entre partes distantes de nosso organismo, integrando nossos órgãos de maneira rápida e eficiente.

