

Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM

MEMBRANA PLASMÁTICA II: FUNÇÃO

A membrana plasmática é dotada de propriedades ou características tais como:

- **pequena espessura**, tanto é que a membrana plasmática só é visível ao microscópio eletrônico;
- **pequena resistência mecânica**;
- **elasticidade**;
- **isolamento elétrico**;
- **semipermeabilidade**, que é controle físico da passagem de substâncias: substâncias de pequenas dimensões, como solventes, podem atravessar a membrana, porém substâncias de grandes dimensões, como solutos macromoleculares do tipo polissacarídeos, proteínas ou ácidos nucleicos, não podem atravessá-la; na prática, quando se fala que uma membrana é semipermeável, significa que solventes podem passar através dela, mas solutos não;
- **permeabilidade seletiva**, que é controle químico da passagem de substâncias: como as proteínas -canais têm sítios de ligação semelhantes aos sítios ativos de enzimas, apenas moléculas com configuração molecular apropriadas podem atravessar a membrana.

ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Permeabilidade da membrana](#)
- [Difusão simples ou diálise](#)
- [Difusão facilitada](#)
- [Osmose](#)
- [Osmose em células animais](#)
- [Osmose em células vegetais](#)
- [Osmose em células bacterianas](#)
- [Transporte ativo](#)
- [Bomba de sódio e potássio](#)
- [Transporte ativo secundário, simporte e antiporte](#)
- [Transporte em bloco: endocitose e exocitose](#)



PERMEABILIDADE DA MEMBRANA

A permeabilidade é o processo pelo qual as diversas substâncias podem atravessar a membrana plasmática. Em relação a este processo, é importante lidar com dois aspectos: a presença ou não de especificidade no processo e os processos energéticos relacionados a este transporte.

O transporte através da membrana pode acontecer pela parte lipídica ou pela parte proteica.

A **parte lipídica** permite a passagem de **substâncias lipossolúveis**, de variáveis dimensões, sendo que ela não exerce controle adequado em relação à entrada de tais substâncias. A entrada de substâncias lipossolúveis é, pois, inespecífica. Lipídios e moléculas relacionadas com o éter, álcool, soluções anestésicas, etc. penetram sem maiores controles no interior da célula. Daí, por exemplo, a razão do rápido efeito do éter, álcool e demais substâncias citadas: como elas atravessam a membrana com facilidade, penetram de forma mais fácil na célula e seu efeito acontece com facilidade. Algumas moléculas hidrossolúveis também podem atravessar a parte lipídica da membrana. Entretanto, estas moléculas correspondem apenas a moléculas de dimensões muito reduzidas, como a água, por exemplo. Gases como O_2 e CO_2 , por serem apolares e de dimensões reduzidas, também atravessam com facilidade a bicamada.

O transporte através da **parte proteica** permite a passagem de **substâncias hidrossolúveis** e acontece de maneira bem mais elaborada, através de **proteínas-canais ou poros** e por **permeases ou carreadores**. Estas são moléculas de proteína integral com a forma de canais, permitindo a passagem de substâncias hidrossolúveis incapazes de atravessar a parte lipídica da membrana. Estes canais são específicos.

Íons, como o **cálcio** e o **magnésio**, exercem considerável influência sobre a permeabilidade da membrana plasmática. Isto acontece porque eles se ligam aos canais proteicos, podendo aumentar ou diminuir sua afinidade com a molécula a ser transportada e, conseqüentemente, aumentando ou diminuindo a permeabilidade da membrana.

Resumidamente:

- Passam pela **bicamada**: substâncias **apolares** como lipídios, O_2 e CO_2 , e substâncias **polares não carregadas** pequenas, como a água.
- Passam pelas **proteínas-canais e permeases**: substâncias **polares pequenas**, carregadas eletricamente ou não, como aminoácidos, monossacarídeos e íons, além da própria água. Existem inclusive canais próprios para a passagem de água, sendo denominados **aquaporinas**. O hormônio antidiurético (ADH) aumenta a reabsorção de água nos rins exatamente por agir sobre estas proteínas.

Quanto aos aspectos energéticos do transporte, este pode ser por transporte passivo, isto é, sem gasto de energia pela célula (difusão, difusão facilitada e osmose), ou transporte ativo, com gasto de energia pela célula.

Tome nota:

- **Processos passivos** acontecem a favor de um gradiente de concentração (do meio mais concentrado para o meio menos concentrado) sendo processos espontâneos e exergônicos (exotérmicos, isto é, com liberação de energia; daí o motivo pelo qual a célula não gasta energia, esta é fornecida pelo próprio processo).

Quanto menor o tamanho das partículas, quanto maior a temperatura do sistema e quanto maior a diferença de concentração entre os meios, maior a velocidade dos transportes passivos.

- **Processos ativos** acontecem contra um gradiente de concentração (do meio menos concentrado para o mais concentrado), sendo processos não espontâneos e endergônicos (endotérmicos, isto é, com consumo de energia; daí o motivo pelo qual a célula gasta energia na forma de moléculas de ATP consumidas).

DIFUSÃO SIMPLES OU DIÁLISE

Todas as moléculas são dotadas de energia e de um movimento ao acaso que é proporcionado por esta energia. Em soluções coloidais, que é a forma na qual encontramos a matéria viva, por exemplo, este movimento ao acaso é chamado movimento browniano. Devido a esse movimento, ocorre um fenômeno conhecido como **difusão**.

A difusão é a passagem de moléculas de soluto através de uma membrana permeável a elas, da região de maior concentração de soluto para a região de menor concentração de soluto, até as concentrações se igualarem, para que o sistema atinja uma maior estabilidade. A pressão que provoca este deslocamento é chamada pressão de difusão. A difusão não acontece apenas entre gradientes de concentração, podendo acontecer entre gradientes elétricos e gradientes de pressão.

O processo de difusão é um processo espontâneo (ou seja, se houver a diferença de concentração, ele ocorrerá) e exotérmico (com liberação

de energia). Fala-se em **difusão simples** quando as substâncias passam através da **bicamada lipídica**, sendo este o caso de substâncias apolares como lipídios, O₂ e CO₂, e substâncias polares não carregadas pequenas, como a água. Alguns autores também falam em difusão simples quando a passagem se dá por **proteínas canais (ou poros)**, as quais não sofrem alterações conformacionais durante o transporte, como pode ocorrer para certos íons.

Em relação à diferença de concentração de duas soluções, alguns termos em particular são frequentemente utilizados. Assim, uma solução que seja mais concentrada é dita hipertônica em relação a uma menos concentrada, dita hipotônica. Quando as concentrações são idênticas, as soluções são ditas isotônicas. A difusão poderia, pois, ser conceituada como a passagem de soluto de uma solução hipertônica para uma hipotônica até que seja atingida uma isotonicidade.

Tome nota:

DIFUSÃO FACILITADA

A **difusão facilitada** acontece através de **proteínas permeases (ou carreadores)**, as quais sofrem alterações conformacionais durante o transporte, sendo específicas para determinados solutos.

Os aspectos gerais são idênticos à diálise, sendo também espontâneo e exotérmico.

Costuma se falar que a insulina está relacionada à difusão facilitada da glicose. É importante notar que a insulina não é o carreador, mas ativa o carreador para a glicose.

Vários monossacarídeos e aminoácidos, bem como íons, são transportados por esse mecanismo.

PROTEÍNAS CANAIS X PROTEÍNAS CARREADORAS

A diferença entre as proteínas-canaís e as permeases está no comportamento da proteína transportadora durante a passagem do soluto.

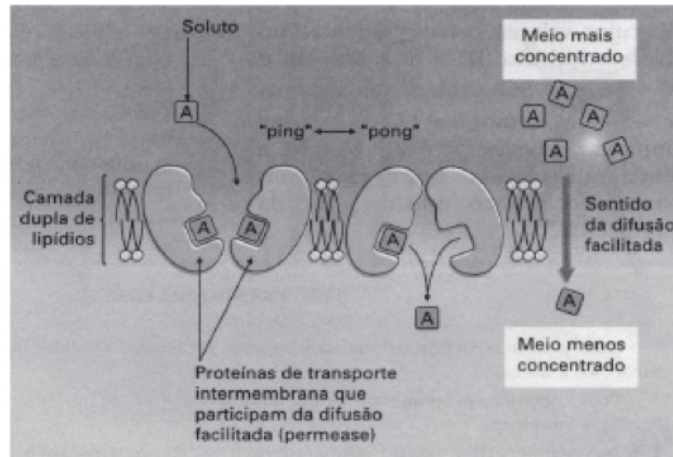
- **proteínas-canaís ou poros** não sofrem alterações conformacionais durante a passagem do soluto (ou seja, não se modificam). Elas podem até ser fechadas ou abertas, ou seja, reguladas, por substâncias como íons cálcio e magnésio, mas não há alteração de sua estrutura durante a passagem da substância.

- **permeases ou carreadores** sofrem alterações durante a passagem do soluto (ou seja, se modificam).

O mecanismo de transporte através de proteínas carreadoras específicas (permeases) tem sido discutido e existem duas principais maneiras de explicar seu funcionamento: o mecanismo carreador e o mecanismo poro fixo.

- O **mecanismo carreador** supõe que a molécula a ser transportada se una ao poro na superfície externa da célula e que o complexo sofra uma rotação, translocando a molécula carreada para o citoplasma. Entretanto, pelo que se conhece a respeito da organização molecular da membrana, é pouco provável que se produza a rotação da proteína canal, sendo este mecanismo difícil de explicar do ponto de vista termodinâmico (deve-se lembrar que as proteínas estão mantidas na bicamada graças a uma série de interações de natureza físico-química, sendo que este mecanismo envolveria a quebra de uma série delas, o estabelecimento de outras e a volta à configuração inicial, o que é pouco provável, pois envolveria um certo gasto de energia).

- O **mecanismo de poro fixo** é o mais provável, em que o canal específico seja uma proteína integral com sítio de reconhecimento. A ligação da substância específica modificaria a estrutura do poro, deslocando-se a molécula e liberando a mesma no meio intracelular. A transição entre as formas da permease recebe o nome de transição "ping-pong".

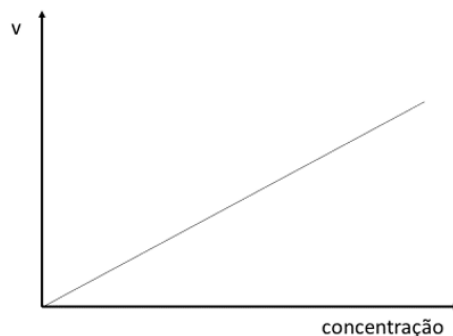


Transição ping-pong (ô nome idiota...).

DIFUSÃO SIMPLES X DIFUSÃO FACILITADA

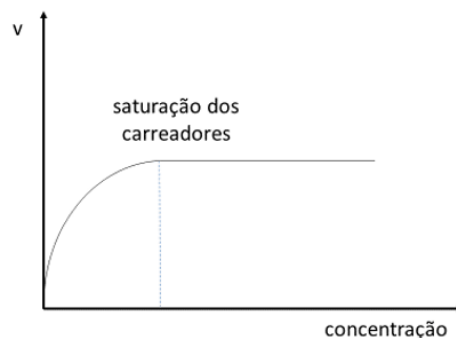
A difusão, de modo geral, é um processo influenciado por vários fatores, sendo **mais rápida quanto maior for a temperatura do sistema, quanto menor for o tamanho da partícula, e quanto maior for a diferença de concentração entre os meios.**

Assim, um gráfico de velocidade de transporte em função da concentração da substância a ser transportada mostra uma relação de proporcionalidade direta.



Velocidade de transporte em função da concentração na difusão simples.

Na difusão facilitada, no entanto, em altas concentrações do substrato a ser transportado, ocorre saturação dos carreadores, de modo semelhante ao comportamento das enzimas, e a velocidade de transporte passa a ser constante.



Velocidade de transporte em função da concentração na difusão facilitada.

OSMOSE

Membranas semipermeáveis são aquelas que permitem a passagem de certas substâncias e de outras não. Uma das maneiras da membrana ser semipermeável é quando seus poros são de tamanho tal, que certas substâncias, menores que os poros, podem passar, e outras, maiores que os poros, não.

A osmose é a passagem do solvente apenas (nos seres vivos, água), através de uma membrana que não permita a passagem do soluto, da região mais concentrada em solvente (e conseqüentemente menos concentrada em soluto, hipotônica) para a menos concentrada em solvente (e conseqüentemente mais concentrada em soluto, hipertônica), até as concentrações se igualarem, para que o sistema atinja uma maior estabilidade. A membrana plasmática é uma membrana semipermeável que impede a passagem de muitos solutos, sendo a osmose um importante processo de deslocamento de líquido. A pressão que provoca este deslocamento é a chamada pressão osmótica.

Permeabilidade seletiva não é sinônimo de semipermeabilidade. A permeabilidade seletiva implica em um complexo controle de entrada de substâncias, enquanto que a semipermeabilidade envolve um controle simples relacionado apenas à limitação do tamanho nas partículas que podem atravessá-la.

Quando se compara difusão com osmose, alguns detalhes devem ser mencionados:

- Difusão e osmose tendem a ocorrer simultaneamente, mas em sentidos opostos, sendo a difusão do meio hipotônico para o meio hipertônico e a osmose no sentido inverso;
- A osmose é um processo bem mais rápido que a difusão, de modo que muitas vezes a difusão não é percebida por sua baixa velocidade;
- A difusão não altera o volume da célula, porque o volume total de soluto é desprezível em relação ao volume total da célula; entretanto, a osmose altera o volume celular, fazendo-a murchar ou inchar, uma vez que o volume do solvente é significativo, equivalendo a cerca de 75 a 85% do total do volume celular.

O processo de osmose gera fenômenos diferentes em células animais e vegetais. Esta diferença acontece devido à ausência de parede celular nas células animais.

Tome nota:

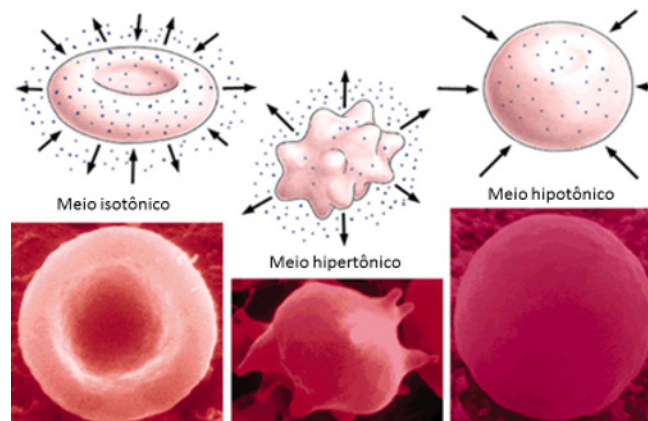
OSMOSE EM CÉLULAS ANIMAIS

Células animais, quando colocadas em meios hipertônicos em relação às mesmas, acabam perdendo água para o meio por osmose, "murchando", num fenômeno conhecido como plasmólise. Células murchas são ditas, pois, plasmolisadas.

Quando colocadas em meios hipotônicos, elas acabam ganhando água do meio por osmose, "inchando", num fenômeno conhecido como **deplasmólise**.

Acontece que, se a água continuar entrando, pelo fato da membrana plasmática não ser suficientemente resistente e pelo fato de não haver parede celular, a membrana plasmática acaba se rompendo, num fenômeno conhecido como **plasmoptise**.

Este fenômeno é facilmente evidenciado em hemácias (eritrócitos) humanas. A concentração de NaCl nas hemácias e no sangue é de 0,9%. Ao colocá-las em um meio a concentração de, por exemplo, 1,8% (portanto, hipertônico), as hemácias perderão água e sofrerão plasmólise (que em hemácias recebe o nome particular de **crenação**). Se colocadas, porém, em um meio a 0,45% (portanto, hipotônico), elas ganharão água e sofrerão deplasmólise e subsequente **plasmoptise** (que em hemácias recebe o nome particular de hemólise).

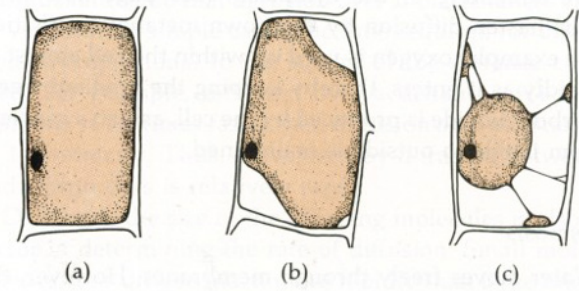


Osmose em hemácias.

OSMOSE EM CÉLULAS VEGETAIS

Células vegetais são dotadas de uma **parede celular permeável, flexível e altamente resistente**. Apesar disso tudo, não há ligação entre a parede celular e a membrana plasmática, de modo que elas não estão "coladas" uma na outra. Assim, os fenômenos osmóticos sofrerão algumas modificações.

Ao se colocar células vegetais em meio hipertônico, elas irão "murchar", sofrendo também plasmólise. Esta plasmólise, entretanto, apresenta-se de maneira pouco diferente. Nela, a água perdida é proveniente do vacúolo de suco celular que ocupa praticamente todo volume do citoplasma. Isto faz com que o citoplasma se retraia (diminua o volume) e a membrana celular desencosta da parede celular, mas o arcabouço celular representado pela parede celular não se altera, sendo que o volume da célula não se modifica de modo significativo.



Em (a), célula vegetal em estado normal; em (b), célula vegetal ligeiramente plasmolisada e em (c), célula vegetal muito plasmolisada. Note que a membrana plasmática descola da parede celular, permanecendo unida apenas em alguns pontos.

Ao se colocar células vegetais em meios hipotônicos, elas irão "inchar", sofrendo **deplasmólise**.

Não há plasmoptise em células vegetais. Isto ocorre porque a membrana plasmática, frágil, é protegida da ruptura pela parede celular externa, resistente. A parede celular funciona como uma resistência à entrada de água impedindo a plasmoptise. A água começa a entrar e, quando não é mais possível a entrada de água, a resistência e flexibilidade da parede celular colocam esta água mais para fora. Acontece um fenômeno conhecido como **turgência** ou turgescência, em que há um equilíbrio dinâmico quando a célula vegetal chega a seu volume máximo: a quantidade de água que é colocada para o interior celular é colocada para fora pela membrana; no global, não há entrada nem saída de água da célula.

Estes fenômenos osmóticos vegetais, plasmólise e turgência, podem ser quantificados através de relações matemáticas simples. O ganho de água pela célula vegetal é quantificado através da relação:

$$S_c = S_i - M$$

Em que

S_c = sucção celular, que é a capacidade de ganhar água por osmose;
 S_i = sucção interna ou vacuolar, que é a capacidade de "sugar" água por osmose;
 M = resistência que a parede celular oferece à entrada de água

Ou

$$DPD = PO - PT$$

Em que

DPD = déficit de pressão de difusão = S_c ;
 PO = pressão osmótica da célula = S_i ;
 PT = pressão de turgor da parede = M .

Em células vegetais plasmolisadas, a membrana celular descola da parede celular e o citoplasma se retrai. Assim, a parede celular não oferece resistência, e na plasmólise tem-se:

$$M = 0 \Rightarrow Sc = Si - M = Si$$

(ou seja, a força de sucção da célula depende apenas da pressão osmótica).

Em células vegetais túrgidas acontece aquele fenômeno de equilíbrio dinâmico entre entrada e saída de água, ou seja, o que a célula absorve por osmose é expulso pela resistência elástica da parede celular. Assim, na turgência, tem se:

$$Si = M \Rightarrow Sc = Si - M = 0$$

(ou seja, a quantidade de água que entra é a mesma que sai).

Em células vegetais em deplasmólise em vias de turgência (turgescentes), tem-se:

$$Sc = Si - M$$

Como mecanismo de evitar a perda de água pela célula, certas **plantas xerófitas** (isto é, adaptadas a climas áridos, como o nordeste brasileiro), a membrana plasmática está ligada à parede celular, o que não acontece normalmente (tanto que na plasmólise, na maioria das células a membrana se descola da parede). Isto acontece pois, quando começa a perda de água por osmose ou mesmo por evaporação, à medida que a célula se contrai, a parede celular acompanha tal contração. Como a parede celular é resistente, ela impede que o citoplasma se retraia, e funciona como uma resistência à saída de água na célula (a resistência da parede cria uma espécie de "vácuo" que impede a saída de água). Assim não há plasmólise, simplesmente as células **encarquilham-se** por leve contração do citoplasma acompanhado pela parede. Como a parede celular está oferecendo resistência à saída de água da célula, em plantas xerófitas ela é negativa:

$$Sc = Si - (-M) \Rightarrow Sc = Si + M$$

OSMOSE EM CÉLULAS BACTERIANAS

A parede celular de células bacterianas também as protege contra a osmose, uma vez que estas células são usualmente hipertônicas em relação ao meio. Desta maneira, os fenômenos osmóticos (inclusive turgência) ocorrem de maneira semelhante a células vegetais. O uso de antibióticos, como a penicilina, impede a formação de parede celular em bactérias após a divisão celular, nesse caso por impedir a formação do componente peptidoglicano. Assim, as bactérias, por serem hipertônicas em relação ao meio, ganharão água por osmose e, sem a proteção da parede celular, acabam explodindo por plasmoptise. Desta maneira: a penicilina impede a proliferação de bactérias.

TRANSPORTE ATIVO

Os fenômenos já descritos de difusão simples e facilitada e osmose, são fenômenos que acontecem a favor de um gradiente de concentração. O deslocamento acontece naturalmente devido ao próprio movimento aleatório das moléculas para que elas encontrem uma posição de maior estabilidade. Assim, estes três processos em conjunto são denominados transporte passivo, e como já dito, são espontâneos e exotérmicos, não sendo necessário gasto celular de energia.

Só que, em algumas situações, é necessário que se transporte substâncias para o interior celular contra um gradiente de concentração (ou seja, do meio de menor para o meio de maior concentração da substância), elétrico ou de pressão. Este processo será inverso ao processo de transporte passivo, sendo pois não espontâneo, endotérmico e por isso necessitando que a célula gaste energia neste transporte, sendo este o motivo da denominação do processo ser **transporte ativo**.

Acredita-se que o mecanismo de transporte ativo ocorra de maneira muito semelhante à difusão facilitada, com poros ou carreadores específicos para a substância a ser carregada. A diferença seria que, como este se trata de processo ativo, vai contra o gradiente de concentração e requer gasto celular de energia. Este gasto de energia pela célula é fornecido pela quebra de substâncias de alta energia, principalmente de ATP em ADP e P, por enzimas ditas **ATPases**. Estas enzimas fazem parte da própria estrutura do carreador ou do poro específico, estando, pois, acopladas à membrana.

BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO

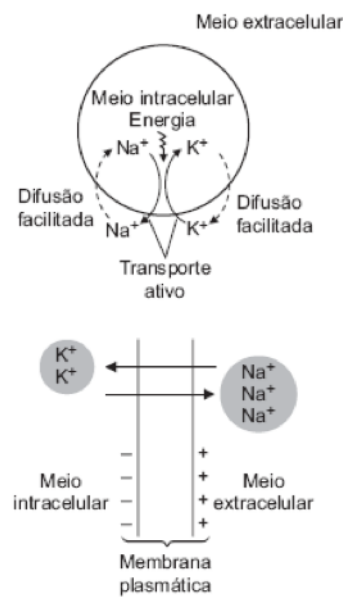
O processo ativo mais bem estudado e dos mais importantes é o transporte ativo de sódio e potássio, através da **bomba de sódio e potássio**. Este processo é mediado por uma proteína de membrana com atividade enzimática de quebra de ATP denominada **Na⁺K⁺ATPase** (ou ATPase dependente de sódio e potássio). O processo tem várias funções, como:

- a manutenção do equilíbrio osmótico celular,
- a manutenção de altas concentrações intracelulares de íons potássio, importantes no processo de respiração celular e síntese proteica e,
- principalmente, o estabelecimento de um potencial elétrico de membrana, do qual depende a transmissão do impulso nervoso e conseqüentemente grande parte das funções animais.

Como a concentração de potássio é maior dentro da célula do que fora dela, a tendência é que o mesmo saia da célula por difusão através da membrana. E como a concentração de sódio é maior fora do que dentro da célula, a tendência é que o mesmo entre na célula por difusão. Como as quantidades de sódio e potássio são diferentes, proporcionalmente entraria mais sódio do que sai potássio, o que alteraria as concentrações desses íons, perturbando o equilíbrio osmótico da célula. Além disso, a saída de potássio da célula seria prejudicial, visto que ele é necessário em grandes quantidades para atuar na respiração celular e síntese proteica.

Para reposicionar os íons que se movimentaram por difusão em seus meios de origem, restaurando as concentrações originais de cada um, a célula dispõe de um mecanismo conhecido como **Bomba de Sódio e Potássio**. É esta bomba que vai reposicionar os íons que se moveram por difusão.

Como existe mais sódio do que potássio no organismo animal, proporcionalmente entra mais sódio na célula do que sai potássio da mesma, o que faz com que a bomba tenha que trabalhar de maneira assimétrica para compensar essa situação: assim, para cada molécula de ATP utilizada, dois íons potássio são bombeados para dentro da célula e três íons sódio são bombeados para fora da mesma. Como saem três cargas positivas (equivalentes aos três sódio) para cada duas cargas positivas que entram (equivalentes aos dois potássio), para cada ATP consumido pela bomba, está saindo uma carga positiva a mais do que entra. Assim, o meio externo fica positivo em relação ao meio interno, que fica então negativo, num fenômeno que é conhecido como **polaridade de membrana (potencial de repouso de membrana)**, que se constitui na base para a transmissão do impulso nervoso.



Bomba de sódio e potássio.



Mecanismos da bomba de sódio e potássio.

TRANSPORTE ATIVO SECUNDÁRIO, SIMPORTE E ANTIPORTE

A difusão facilitada da glicose e de certos outros açúcares ocorre, praticamente, em todas as células do corpo, mas o transporte ativo de açúcares contra um gradiente de concentração ocorre apenas em alguns locais deste organismo. Por exemplo, no intestino e nos túbulos renais, a glicose e diversos outros monossacarídeos são continuamente transportados através do epitélio para o sangue, mesmo quando as concentrações no lúmen são extremamente baixas. Dessa forma, na quase totalidade das condições, nenhuma glicose é perdida nas fezes ou urina.

Embora nem todos os açúcares sejam transportados ativamente, quase todos os monossacarídeos que são importantes para o corpo sofrem transporte ativo, incluindo glicose, galactose e frutose. Por outro lado, dissacarídeos tais como sacarose, maltose e lactose não são transportados ativamente.

Como ocorre em quase todos os outros mecanismos de transporte ativo, o sistema precisa do carreador, e as reações químicas responsáveis pelo transporte de monossacarídeos são ainda desconhecidas. O denominador comum do transporte de um grupo de açúcares, incluindo especialmente a glicose e a galactose, é a necessidade de um radical -OH intacto ligado a carbono em moléculas de monossacarídeo. Alguns monossacarídeos importantes, como a frutose, por serem quimicamente mais diferenciados, são transportados por outros mecanismos carreadores.

O mecanismo de transporte da glicose e açúcares correlatos, através das células epiteliais da mucosa intestinal e dos túbulos renais, é uma combinação de difusão e transporte ativo, o **transporte ativo secundário**, estando relacionado ao transporte de íons sódio.

Primeiro, deve-se lembrar que a célula epitelial tem duas faces funcionalmente distintas, uma borda em escova que reveste o lúmen do intestino ou do túbulo renal, e uma base que fica adjacente aos vasos capilares com função de absorção. As paredes laterais e basais da célula transportam sódio para fora da célula para os capilares ao redor. Isto acontece por transporte ativo de sódio. O resultado é uma queda acentuada nos níveis intracelulares de sódio. Por sua vez, isto produz uma diferença de concentração dos íons sódio através da borda em escova, isto é, entre o lúmen e o interior celular. Conseqüentemente, os íons sódio tendem a passar por difusão através da borda em escova para o meio intracelular. Contudo, a borda em escova é relativamente impermeável ao sódio, exceto quando este está combinado a uma molécula carreadora, sendo um dos tipos desta molécula o carreador sódio-glicose. Este carreador é peculiar pelo fato de não transportar o sódio isoladamente, mas apenas se este também estiver associado a uma molécula de glicose. Ou seja, quando combinado simultaneamente com sódio e glicose, o carreador difunde-se para o interior da célula. Esta difusão ocorre mediada pelo gradiente de concentração de sódio gerado por transporte ativo na outra face da célula. Como o sódio só entra com a glicose, esta é arrastada mesmo contra seu gradiente de concentração.

Este transporte é chamado transporte ativo secundário, porque o transporte ativo cria o gradiente para o sódio e este gradiente é utilizado para transportar a glicose contra seu gradiente.

Este mecanismo de transporte ativo secundário usa um processo de **cotransporte**, em que uma proteína carreadora só age transportando duas moléculas simultaneamente. Isto pode ocorrer por **simporte** (ou seja, as duas moléculas são carregadas no mesmo sentido, como descrito para glicose e sódio) ou por **antiporte** (ou seja, as duas moléculas são carregadas em sentidos inversos, uma para dentro e outra para fora ou vice-versa, como na bomba de sódio e potássio).

Tome nota:

TRANSPORTE EM BLOCO: ENDOCITOSE E EXOCITOSE

Certas substâncias são incapazes de atravessar a membrana devido às suas grandes dimensões. Por exemplo, nenhuma proteína inteira consegue atravessar a membrana, devendo ser quebrada antes de poder entrar. Vírus ou células inteiras, como bactérias, também não podem simplesmente atravessar a mesma. Outros mecanismos, chamados de **transporte em bloco**, são processos ativos que envolvem modificações na estrutura da membrana e citoplasma para incorporar essas partículas maiores.

Quando ocorre para dentro da célula, o transporte em bloco é chamado de **endocitose**. Este transporte pode acontecer através de **fagocitose** ou **pinocitose**. As substâncias englobadas devem ser obrigatoriamente digeridas para que seus fragmentos possam atravessar a membrana da vesícula de englobamento, denominada fagossomo ou pinossomo, dependendo do caso.

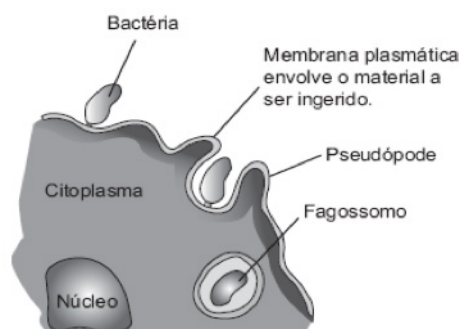
A fagocitose é o englobamento de partículas sólidas pela célula. Este englobamento ocorre devido a projeções citoplasmáticas (evaginações da membrana), denominadas **pseudópodes**, que envolvem a partícula, formando uma vesícula de membrana, e posteriormente o conteúdo desta vesícula, isto é, a partícula englobada, é digerida intracelularmente. A vesícula que encerra o material englobado é dita **fagossomo**.

A fagocitose vai desempenhar algumas funções, como por exemplo:

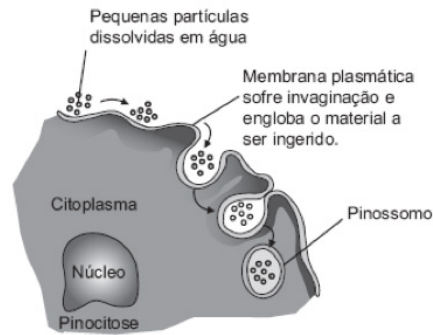
- a alimentação em alguns organismos unicelulares, como protozoários;
- a defesa de organismos pluricelulares através de leucócitos ou glóbulos brancos;
- eliminação de restos teciduais, células mortas ou outras partículas;
- remodelação do corpo (o útero em mulheres não grávidas pesa cerca de 50 g, mas cresce para poder abrigar o embrião, chegando a pesar cerca de 2 kg após a gravidez; através de fagocitose, pelos leucócitos, as células da parede do útero para que este volte a seu tamanho normal após a gravidez).

A pinocitose (do grego *pinein*, 'beber') é a incorporação de material líquido ou, mais exatamente, das substâncias (principalmente proteínas) dissolvidas neste líquido. O processo envolve invaginações da membrana originando pequenas fossetas ou canais (**canais de pinocitose**) e a formação de vesículas denominadas **pinossomos**.

As diferenças básicas entre fagocitose e pinocitose é que, na primeira, o material é sólido e englobado por evaginações (pseudópodes) da membrana, e na segunda, o material está dissolvido em líquido e é englobado por invaginações da membrana.

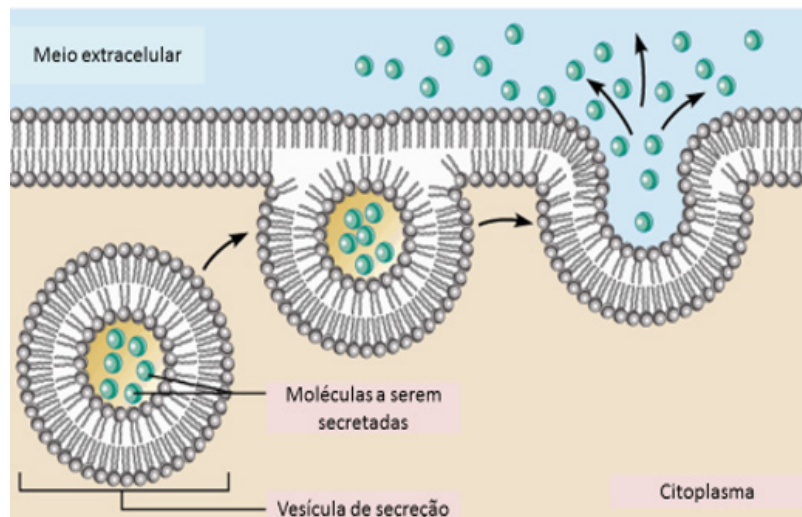


Fagocitose.



Pinocitose.

Quando o transporte em bloco ocorre para fora da célula, é chamado de **exocitose**. A exocitose ocorre para eliminar partículas grandes produzidas pela célula, como na secreção de proteínas como hormônios e enzimas digestivas. Nesse caso, a partícula é produzida no interior de uma vesícula membranosa intracelular, a qual se funde à membrana para eliminar seu conteúdo no meio extracelular.



Exocitose.

Tome nota: