

Membrana plasmática: o seletivo envoltório celular

Desde as primeiras observações das células, com auxílio dos microscópios, os pesquisadores concluíram que deveria existir um envoltório que separasse seu conteúdo do meio externo. Todavia as observações desse envoltório só foram possíveis após o desenvolvimento dos microscópios eletrônicos.

Atualmente, sabemos que todas as células, procarióticas ou eucarióticas, animais ou vegetais, são delimitadas por uma **membrana plasmática**, também denominada **plasmalema**. Em todos os casos, essa membrana apresenta a mesma composição química básica: constituição **lipoproteica**, ou seja, lipídios associados a proteínas.

7.1) O modelo do mosaico fluido

Em 1972, **S. J. Singer** (1924) e **G. Nicolson** (1943) propuseram um modelo para explicar a estrutura da membrana plasmática, conhecido como **modelo do mosaico fluido**, no qual a membrana seria formada por duas camadas de fosfolípidios, intercaladas por moléculas de proteínas (Figura 7.1).

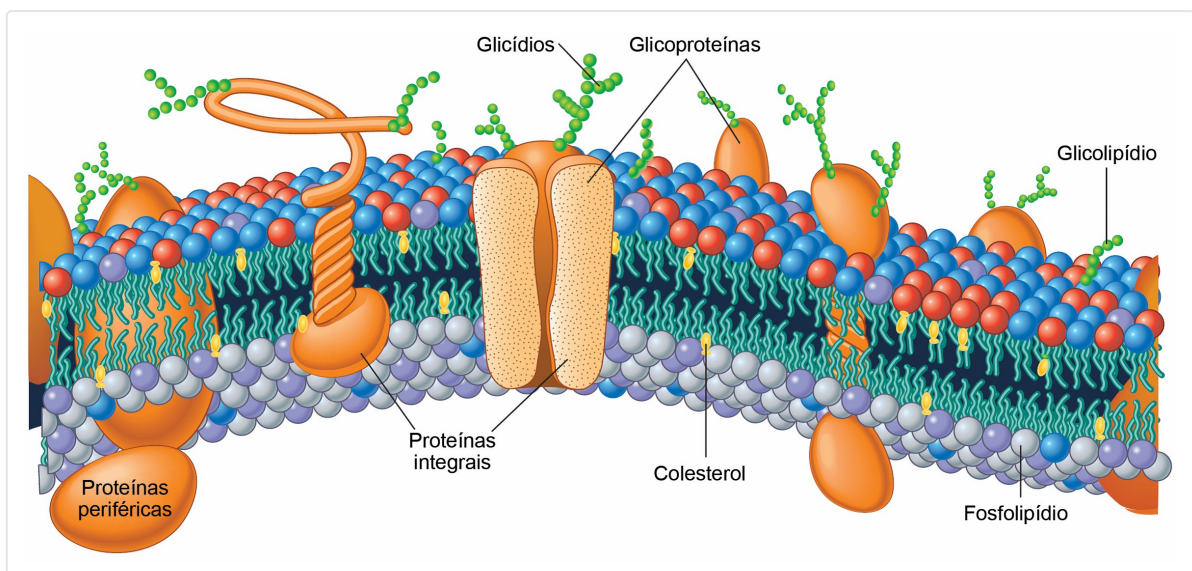


Fig.7.1 Estrutura básica da membrana plasmática

No estudo da membrana plasmática, a compreensão da organização dos lipídios e das proteínas foi essencial para entendermos seu funcionamento. As regiões hidrofílicas dos fosfolipídios ficam voltadas para as regiões nas quais existe água: o meio extracelular e o citoplasma da célula. As proteínas, principais responsáveis pelo funcionamento da membrana, podem ser integrais, quando estão embebidas na bicamada de fosfolipídio atravessando-a de lado a lado, ou periféricas, quando aparecem aderidas mais superficialmente. Além de fosfolipídios e proteínas, a membrana celular pode apresentar glicídios, que aparecem apenas na face externa, ligados aos lipídios ou às proteínas, formando, respectivamente, os glicolipídios e as glicoproteínas. No caso das células animais, a membrana apresenta ainda outro tipo de lipídio: o colesterol.

7.2) As células podem apresentar outros envoltórios mais externos

As glicoproteínas e os glicolipídios que formam a camada mais externa à membrana plasmática das células animais formam o que chamamos de glicocálice (do grego glykys = açúcar, calyx = casca) (Figura 7.2). O glicocálice é importante para reconhecimento entre as células, funciona como barreira de proteção e retém nutrientes e enzimas ao redor da célula.

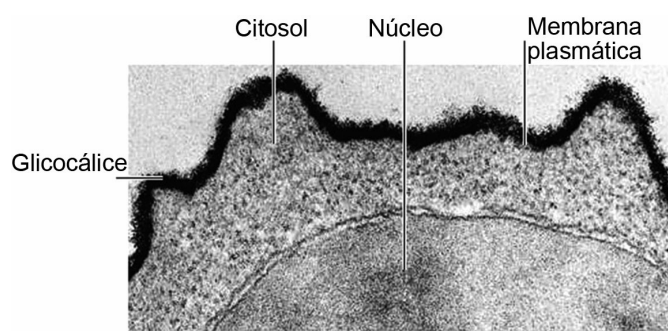


Fig.7.2 Fotomicrografia evidenciando o glicocálice

Nas células vegetais, o envoltório mais externo à membrana é a **parede celular**, também conhecida como **membrana esquelética** ou **celulósica**, por ser constituída basicamente de celulose (Figura 7.3A).

Nas células mais jovens, a parede celular é bastante delgada, sendo chamada de primária. À medida que a célula se desenvolve, vai ocorrendo maior depósito de celulose, de tal sorte que a parede celular secundária se apresenta mais rígida. Entre duas paredes celulares, existe a **lamela média**, com função de aumentar a união entre elas. A parede celular apresenta poros, denominados **plasmodesmos**, importantes para permitir a troca de substância entre elas (Figura 7.3B).

Além de celulose, a parede celular contém outros componentes, como hemicelulose e pectina, que mantêm as microfibrilas de celulose unidas. Algumas apresentam também lignina e suberina. A presença de lignina impede a ocorrência das trocas gasosas, provocando morte celular. Dessa forma, os tecidos lignificados são mais resistentes e exercem melhor a função de sustentação nos vegetais.

Células de bactérias e de fungos também apresentam parede celular. Nas bactérias, a parede celular é formada basicamente por peptidoglicanos (aminoácidos associados a carboidratos) e nos fungos, de quitina (polissacarídeo nitrogenado).

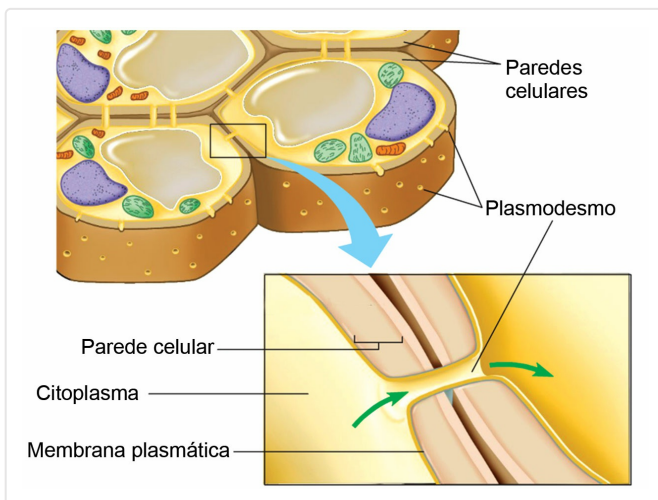


Fig.7.3 A) Esquema da parede celular das células vegetais e B) Detalhe dos plasmodesmos.

7.3) A membrana apresenta especializações de acordo com a função da célula

As células mais externas do nosso corpo devem estar bastante unidas entre si para evitar a entrada de micro-organismos; as células intestinais devem apresentar uma grande superfície para facilitar a absorção de nutrientes. Esses exemplos nos mostram que as células apresentam diferenciações funcionais. E cada uma dessas funções é pronunciada através da presença de especializações.

Para evitar a entrada de micro-organismos ou substâncias indesejáveis, os tecidos de revestimento apresentam desmossomos – especializações encontradas entre células adjacentes com função de aumentar a aderência entre elas (Figura 7.4A).

As células intestinais têm uma grande superfície de contato com o meio (luz do intestino), graças às microvilosidades – irregularidades microscópicas da membrana – e também às vilosidades – irregularidades da parede do próprio órgão. Isso garante uma grande capacidade de absorção do órgão (Figura 7.4B).

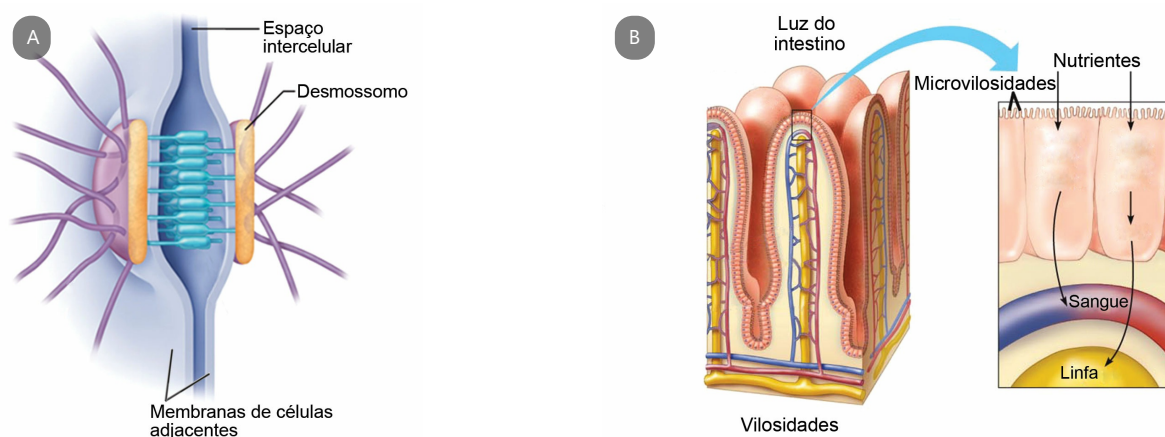


Fig.7.4 A Algumas das especializações encontradas na membrana plasmática: A) desmossomos e B) microvilosidades

Exercícios de sala

7.4) Selecionando o que entra na célula e o que sai dela

Além de separar os conteúdos intracelular e extracelular, a membrana plasmática tem papel fundamental no controle das substâncias que entram na célula e que saem dela. Por isso falamos que ela tem **permeabilidade seletiva**.

Transportes sem gasto de energia

Uma solução refere-se a uma mistura de solutos e solventes. Os meios que apresentam maior concentração de soluto são chamados de **hipertônicos**, enquanto aqueles que apresentam menor concentração de soluto são chamados de **hipotônicos**. Meios que apresentam concentrações iguais são chamados de **isotônicos**.

Quando temos dois compartimentos com concentrações diferentes e separados por uma membrana de permeabilidade seletiva, a tendência é que a concentração se iguale nos dois lados, tornando-os isotônicos. Para isso, ou o soluto passa do meio mais concentrado para o meio menos concentrado, ou o solvente passa do meio menos concentrado para o mais concentrado. A passagem passiva de soluto denomina-se **difusão** (Figura 7.6A), e a passagem do solvente, **osmose** (Figura 7.6B).

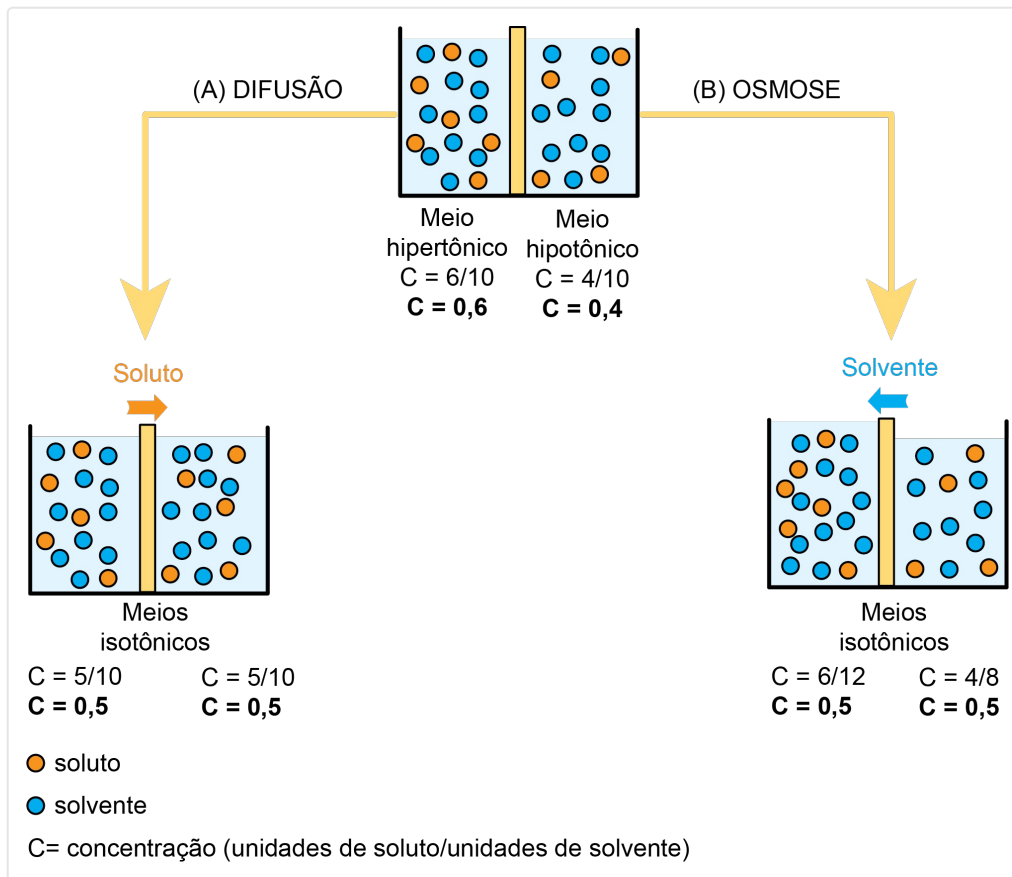


Fig.7.6 Processos passivos: difusão (A) e osmose (B)

Difusão

A difusão pode ser classificada como **simples** ou **facilitada**.

Na difusão simples, o soluto passa livremente do meio mais concentrado para o meio menos concentrado.

Substâncias lipossolúveis atravessam a bicamada de lipídios (Figura 7.7A). Um exemplo são as trocas gasosas nas células dos tecidos. O sangue que chega aos tecidos do corpo é rico em gás oxigênio e pobre em dióxido de carbono. Como a concentração de gás oxigênio no sangue é maior do que no espaço intercelular, esse gás sai dos vasos sanguíneos para o espaço intercelular e, daí, para as células, onde sua concentração é sempre menor porque ele é utilizado na respiração celular. Simultaneamente, a célula produz dióxido de carbono, que ocorre, portanto, em maior concentração em seu interior. Esse gás, então, difunde-se no sentido contrário: das células para o espaço intercelular e deste para o sangue, onde aparece em menor concentração.

Solutos hidrossolúveis que atravessam as membranas biológicas a favor do gradiente de concentração fazem-no através de canais proteicos (Figura 7.7B).

(A)

(B)

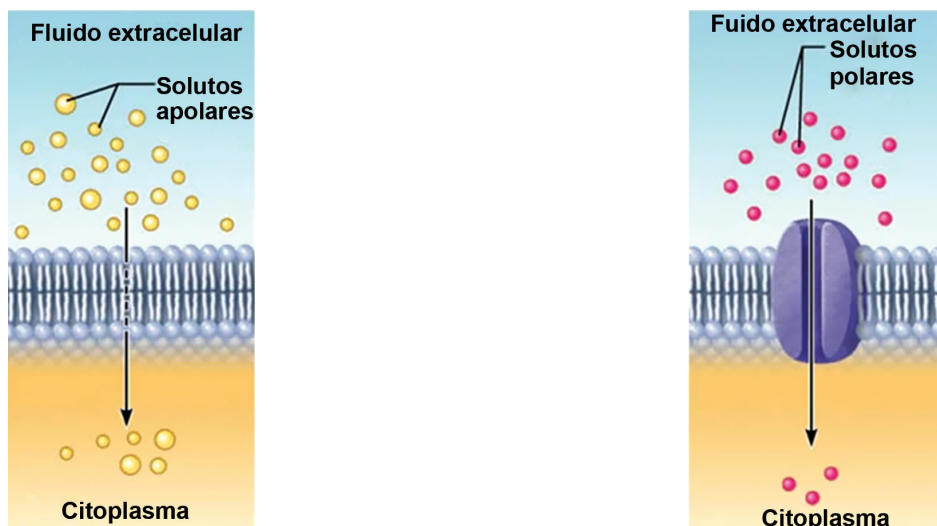


Fig.7.7 Exemplos de transportes passivos: difusão simples A) através da bicamada lipídica e B) através dos poros proteicos

A difusão facilitada envolve também a passagem de soluto do meio onde ele se encontra em maior concentração para o meio onde ele ocorre em menor concentração, mas, nesse caso, ele conta com o auxílio de proteínas carregadoras localizadas nas membranas e denominadas **permeases** (Figura 7.8). A entrada de glicose nas células hepáticas ocorre através de difusão facilitada.

Tanto a difusão simples como a difusão facilitada são transportes que ocorrem a favor do gradiente de concentração e sem gasto energético. A diferença entre os dois processos, além da ausência ou da presença das permeases, refere-se à impossibilidade ou possibilidade de saturação. No caso da difusão simples, a velocidade do processo é maior quanto maior for a diferença de concentração entre os dois lados da membrana. No caso da difusão facilitada, o processo é saturável, pois sua velocidade é tanto maior quanto maior for a diferença de concentração e até que todas as permeases estejam ocupadas.

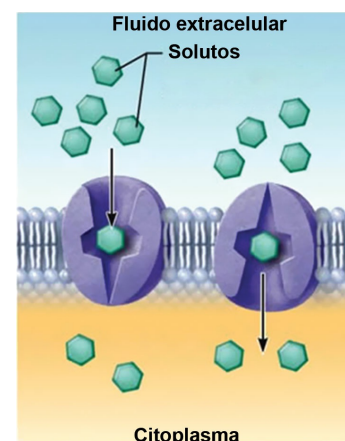


Fig.7.8 Exemplo de transporte passivo: difusão facilitada

Osmose

Na osmose, o solvente passa do meio menos concentrado para o mais concentrado, conforme o gradiente de concentração. A água, solvente encontrado nos meios biológicos, tem caráter polar e, por isso, atravessa as membranas através de canais proteicos (Figura 7.9).

A osmose é determinada pela capacidade do soluto em atrair o solvente para o lado em que aquele se encontra mais concentrado, equilibrando o fluxo de água. Essa força denomina-se **pressão osmótica** e será tanto maior quanto maior for a diferença de concentração entre os dois lados da membrana.

As células animais, quando colocadas em uma solução hipertônica, perdem água para o meio, tornando-se **murchas**. Quando colocadas em um meio hipotônico, ocorre entrada de água nas células, o que provoca aumento de seu volume. Caso a quantidade de água seja excessiva, ocorrerá rompimento ou **lise celular**. Em meio isotônico, o volume das células não sofre alteração (Figura 7.10A).

O comportamento das células vegetais nessas soluções apresenta particularidades. As trocas de água ocorrem entre o meio externo e o vacúolo, organela responsável pelo armazenamento de uma substância aquosa. Em meio hipotônico, ocorre a entrada de água até que as concentrações se igualem ou enquanto a parede celular permitir. Quando seu citoplasma absorve grande volume de água, e a parede celular se distende ao máximo, dizemos que a célula está **túrgida**. Por ser resistente, a parede celular não permite a ocorrência de lise. Quando colocada em solução hipertônica, o solvente sai e o volume celular diminui. Nesse ponto, a resistência da parede celular é nula e dizemos que a célula está flácida. Dependendo da quantidade de água que sai, a membrana plasmática afasta-se da parede celular. A partir daí, dizemos que a célula está **plasmolisada** (Figura 7.10B).

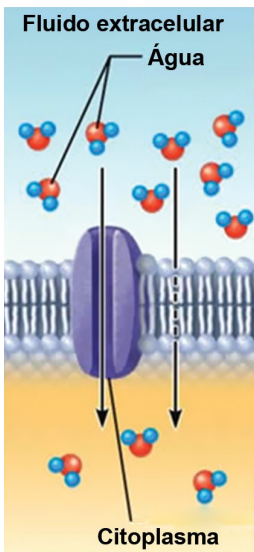


Fig.7.9 Exemplo de transporte passivo: osmose

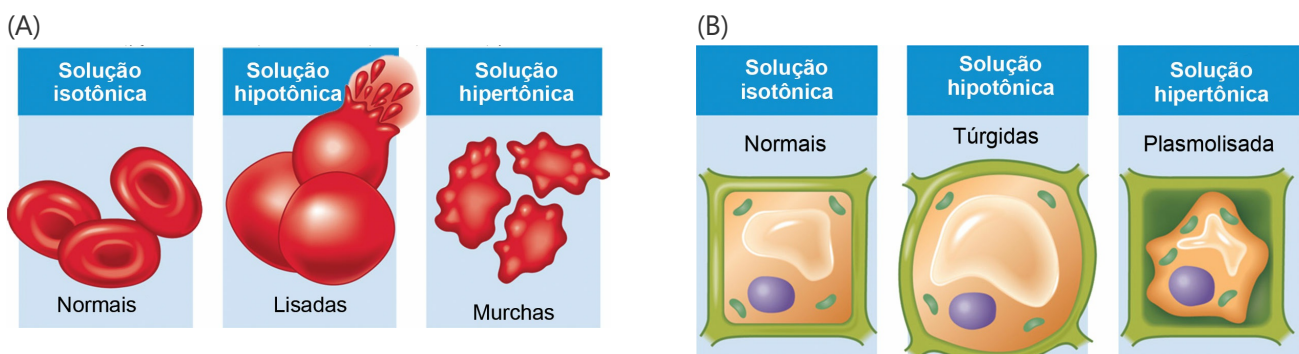


Fig.7.10 Comportamento de células animais (A) e vegetais (B) em diferentes soluções

Transportes com gasto de energia

Referem-se aos transportes através da membrana plasmática que dependem de gasto energético. Ocorrem contra o gradiente de concentração e dependem sempre da participação de permeases.

Em condições fisiológicas, células humanas mantêm uma maior concentração de potássio (K^+) no meio interno, enquanto a concentração de sódio (Na^+) é maior no meio externo. Para isso, utilizam uma proteína de membrana denominada **bomba de sódio e potássio (bomba Na^+/K^+)**. Como a concentração de K^+ é maior no interior da célula, a tendência é que esse íon saia por difusão e, de forma semelhante, a tendência é que o Na^+ entre na célula por difusão. Todavia a bomba Na^+/K^+ encarrega-se de retirar o Na^+ e de recolocar o K^+ no citoplasma e, para isso, utiliza energia (Figura 7.11).

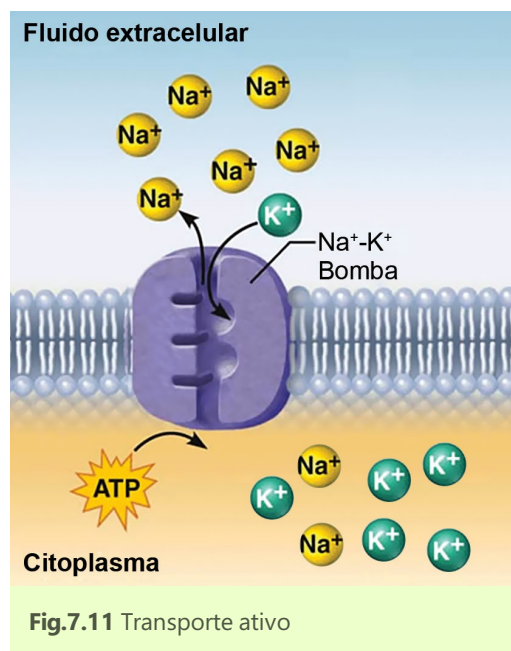
Endocitose e exocitose

Algumas células apresentam a capacidade de englobar partículas grandes de alimento, através de um processo denominado **fagocitose** (do grego phagein = comer). Para isso, emitem expansões citoplasmáticas – os **pseudópodes** – com os quais envolvem e interiorizam as partículas disponíveis no meio. No interior da célula, as partículas ficarão contidas em vesículas denominadas **fagossomos** dentro das quais sofrerão digestão (Figura 7.12A). Os macrófagos, células que fazem parte do sistema de defesa dos animais, são capazes de reconhecer agentes estranhos e englobá-los através da fagocitose.

O englobamento de líquido ou de partículas dissolvidas ocorre através de **pinocitose** (do grego pinein = beber). Nesse caso, as partículas empurram a membrana plasmática, a partir da qual se desprendem as vesículas denominadas **pinossomos** (Figura 7.12B).

Os processos de fagocitose e pinocitose são genericamente chamados de **endocitose** (do grego endo = dentro).

A eliminação de substâncias das células ocorre por **exocitose** (do grego exos = fora). Substâncias de excreção e restos da digestão são temporariamente armazenadas em vesículas membranosas. Ao aproximarem-se da membrana das células, essas vesículas fundem-se a elas e liberam seus conteúdos (Figura 7.12C). No caso da eliminação dos restos da digestão, o processo é conhecido também como **clasmocitose** (do grego Klasma = ruptura).



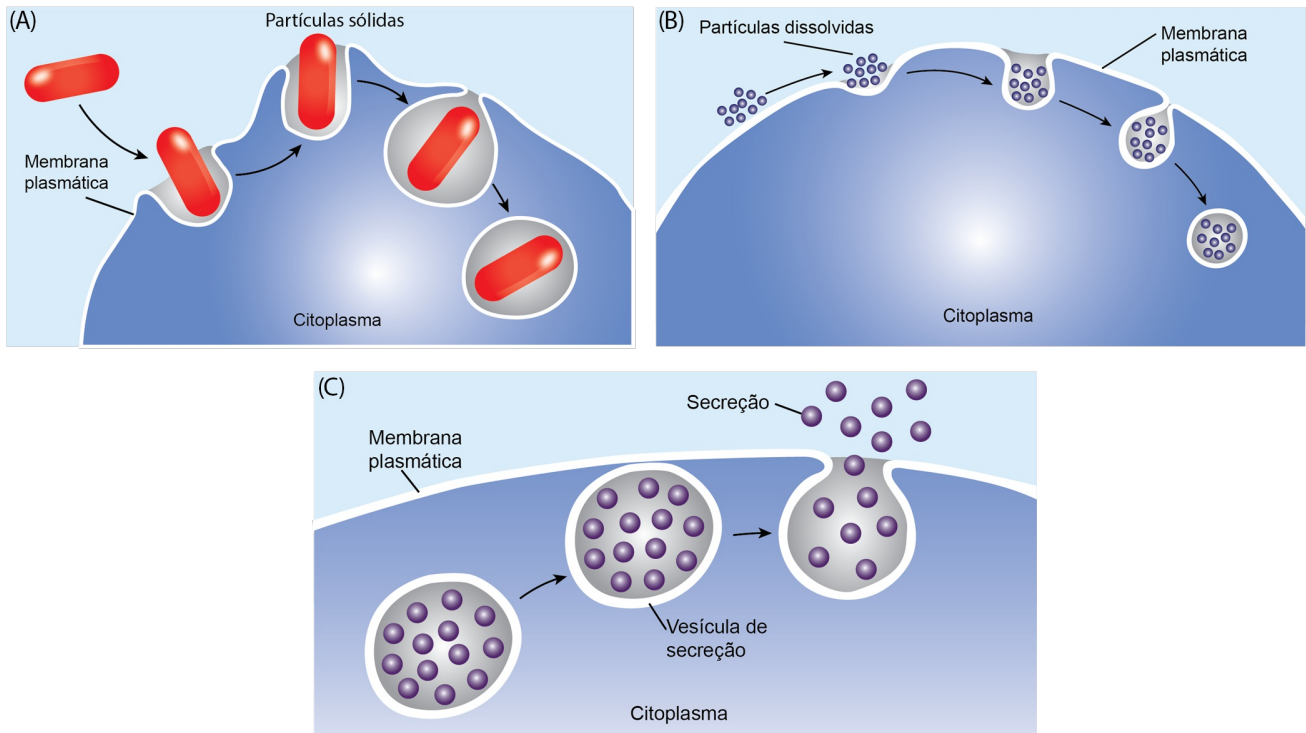


Fig.7.12 Representações dos transportes em bloco: Fagocitose (A), Pinocitose (B) e Exocitose (C)

Exercícios de sala

Exercícios propostos

Referências

- AMABIS, J. M., MARTHO, G.R.. *Biologia das células*, Volume 1: Origem da vida, citologia, histologia e embriologia. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- AMABIS, J. M., MARTHO, G.R.. *Biologia dos Organismos*, Volume 2: Classificação, estrutura e função dos seres vivos. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- BRASIL. *Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável*. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, 2008. 210 p. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2008.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2015.
- BRITO, E. A., FAVARETTO, J.A. *Biologia: Uma Abordagem Evolutiva e Ecológica*, Volume 1: Citologia e Ecologia. São Paulo: Moderna, 1997.
- CARVALHO, H. F., PIMENTEL, S. M. R. *A célula*. 2. ed. Barueri: Manole, 2007.
- CUMINALE, N. Um lugar ao sol para a vitamina D. *Veja*. Ed. 2304, ano 46, n. 3, 16 jan. 2013
- JÚNIOR, C. S., SASSON, S. *Biologia 1: As Características da Vida, Biologia Celular, Vírus: Entre Moléculas e Células, a Origem da Vida e Histologia Animal*. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia Hoje 1: Citologia, Histologia e Origem da Vida*. 14. ed. São Paulo: Ática, 2003.
- LOPES, S. ROSSO, S. *Bio*, Volume 1. São Paulo: Saraiva, 2010.

- LOPES, S. ROSSO, S. Bio, Volume 3. São Paulo: Saraiva, 2010.
- PURVES, W. K. et al. Vida: A Ciência da Biologia - Volume I: Célula e Hereditariedade. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- PURVES, W. K. et al. Vida: A Ciência da Biologia - Volume III: Plantas e Animais. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- SIMOES, R. S et al. Etimologia de termos morfológicos. Disponível em: <<http://www2.unifesp.br/dmorfo/Prof%20Manoel%20Histologia/Dicionario%20etimologico.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2015. <<https://www.institutodebebidas.com.br/article/understanding-the-relationship-between-bonehealth-and-beverages-with-phosphoric-acid-and-caff-eine/>>
- <http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id_materia=1959&fase=imprime>
- <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/8aa13280428f1f79950ad71bb0036de1/Consumo_e+S%C3%BAde+n+33+Alimentos+diet+e+light+-+entenda+a+diferen%C3%A7a+REVISADO+%C3%81REA+T%C3%89CNICA+13-01.pdf?MOD=AJPERES>
- <<http://www.brasil.discovery.uol.com.br/noticias/como-se-alimentar-antes-e-depois-de-praticar-exercicios-2/>>
- <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_ve_rsaio_ampliada_e_revisada.pdf>
- <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>
- <<http://www.hestia.org.br/wp-content/uploads/2012/07/CITINOAno1V01N1Port06.pdf>>
- <<http://www.saude.gov.br/index.php?codLetra=4029&id=83700>>
- <<http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/lcn/estudodomeiovisitaumada.arquivopdf.pdf>>
- <www.fcfa.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao-proteinas>

Créditos das ilustrações

- **Figura. 1.1** - Disponível em: <<http://www.the-athenaeum.org/>>. Acesso em: 14 ago. 2015.
- **Figura. 1.2** - Disponível em: <<http://www.nle2ndgrade.com/Graphics/ScientificMweb.jpg>>. (Adaptado) Acesso em: 13 jul. 2015.
- **Figura. 1.3** - Disponível em: <<http://www.nle2ndgrade.com/Graphics/ScientificMweb.jpg>>. (Adaptado) Acesso em: 13 jul. 2015.
- **Figura. 1.4** - Disponível em: <<http://blockpavingsukcouk.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2015/06/Garden-ornament-Dog-Pup-lying-down-Cast-stone-Slate-gray-0.jpg>>. Acesso em: 26 jul. 2015
- **Figura. 1.5** - Disponível em: <<http://userscontent2.emaze.com/images/41123c85-15f8-4a54-a1e4-a7e321976caa/a5a5cefc-60a2-4d74-bf91-a91e802ee5edimage4.png>>. (Adaptado) Acesso em: 26 jul. 2015.
- **Figura. 1.6** - Disponível em: <<http://userscontent2.emaze.com/images/41123c85-15f8-4a54-a1e4-a7e321976caa/a5a5cefc-60a2-4d74-bf91-a91e802ee5edimage4.png>>. (Adaptado) Acesso em: 26 jul. 2015.
- **Figura. 2.1** - Disponível em: <<http://extension.usu.edu/waterquality/images/uploads/Homeowner/water%20testing/drinking%20glass%20of%20water.jpg>>. Acesso em: 26 jul. 2015.
- **Figura. 2.2** - Disponível em: <<http://www.personal.psu.edu/staff/m/b/mbt102/bisci4online/chemistry/bonddiagram.gif>>. Acesso em: 26 jul. 2015.
- **Figura. 2.3** - Disponível em: <http://files.homepagemodules.de/b555331/pictures_u1308_e2dee7.jpg>. **Figura. 2.4** - Acervo CNEC
- **Figura. 2.5** - Disponível em: <<http://www.golocalpdx.com/cache/images/cached/cache/images/remote/>>

http_s3.amazonaws.com/art.golocalpdx.com/Health/sweating_1_2716_1810_90.jpg>

- **Figura. 2.6** - Disponível em:<<http://media-3.web.britannica.com/eb-media/94/152294-004-75BF1E22.jpg>>.
- **Figura. 3.1** - Acervo CNEC
- **Figura. 3.2** - Acervo CNEC
- **Figura. 3.3** - A) Disponível em:<<http://agrocentral.co/wp-content/uploads/2015/03/irish-potato.jpg>>. Acesso em: 28 jul. 2015. B) Acervo CNEC
- **Figura. 3.4** - Disponível em:<[http://static1.squarespace.com/static/519fa54be4b048f9f8341bc1/t/51f17481e4b05aec67c4ae3e/1374778498443/Olive Oil vs Butter OliveOilEmporium.JPG](http://static1.squarespace.com/static/519fa54be4b048f9f8341bc1/t/51f17481e4b05aec67c4ae3e/1374778498443/Olive+Oil+vs+Butter+OliveOilEmporium.JPG)>. Acesso em: 29 jul. 2015.
- **Figura. 3.5** - Disponível em:<<https://biochem4you.files.wordpress.com/2013/04/p-lipid.gif>>. Acesso em: 29 jul. 2015.
- **Figura. 3.6** - Disponível em:<<http://thetreatmentherbs.com/wp-content/uploads/2014/09/beeswax.jpg>>. Acesso em: 29 jul. 2015.
- **Figura. 4.1** - Acervo CNEC
- **Figura. 4.2** - Acervo CNEC
- **Figura. 4.3** - Acervo CNEC
- **Figura. 4.4** - Disponível em:<http://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/MPH-Modules/PH/PH709_BasicCellBiology/ProteinStructure.jpg>. (Adaptado) Acesso em: 29 jul. 2015
- **Figura. 4.5** - Disponível em:<<http://www.uic.edu/classes/bios/bios100/summer2006/sickle-cell.jpg>>. (Adaptado) Acesso em: 29 jul. 2015.
- **Figura. 4.6** - Disponível em:<https://classconnection.s3.amazonaws.com/19/fl_ashcards/1200019/png/351329796037690.png>. (Adaptado) Acesso em: 29 jul. 2015.
- **Figura. 4.7** - Acervo CNEC
- **Figura. 4.8** - Acervo CNEC
- **Figura. 4.9** - Disponível em:<<https://achildgrows.com/wp-content/uploads/2015/04/breastfeeding.jpg>>. Acesso em: 29 jul. 2015.
- **Figura. 4.10** - Acervo CNEC
- **Figura. 4.11** - Disponível em:<<http://figures.boundless.com/18821/full/figure-06-05-03.jpeg>>. (Adaptado) Acesso em: 15 set. 2015.
- **Figura. 4.12** - Acervo CNEC
- **Figura. 4.13** - Disponível em:<http://academic.pgcc.edu/~kroberts/Lecture/Chapter%205/05-08_EnzymeGraphs_L.jpg>. (Adaptado) Acesso em: 29 jul. 2015.
- **Figura. 4.14** - Disponível em:<<http://www1.folha.uol.com.br>>. (Adaptado) Acesso em: 29 set. 2012..
- **Figura. 5.1** - Disponível em:<<http://blog.evoderma.com/wp-content/uploads/2012/07/vitamines-all.png>>. (Adaptado) Acesso em: 29 jul. 2015.
- **Figura. 5.2** - CUMINALE, N. Um lugar ao sol para a vitamina D. Veja . Ed. 2304, ano 46, n. 3, 16 jan. 2013
- **Figura. 6.1** - Disponível em:<<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Hooke-Microscope-cork.jpg>>. Acesso em: 06 ago. 2015.
- **Figura. 6.2** - A) Acervo CNEC B) Disponível em:<<https://www.mcgill.ca/femr/files/femr/fei-tecnai-g2-sp-irit-800x800.jpg>>. Acesso em: 06 ago. 2015.
- **Figura. 6.3** - Disponível em:<http://bio3400.nicerweb.com/Locked/media/ch06/06_15-T4-cycle.jpg>. (Adaptado) Acesso em: 06 ago. 2015.
- **Figura. 6.4** - Disponível em:<<http://www.zo.utexas.edu/faculty/sjasper/images/f5.3.jpg>>. (Adaptado) Acesso em: 06 ago. 2015.

- **Figura. 6.5** - Disponíveis em:
- A) <https://www.nichd.nih.gov/news/releases/PublishingImages/Release_Neuron_Glial_large.jpg>.
- B) Disponível em: <<http://images.wisegeek.com/red-blood-cells.jpg>>. Acesso em: 06 ago. 2015.
- **Figura. 6.6** -Disponíveis em:
- A) <https://www.cinchlearning.com/clarity/cinch/glencoe_science_2012_texas/images/ebooks/sci7/203_2/sci_203_2_figure8.jpg>.
- B) <http://bio3400.nicerweb.com/Locked/media/ch02/02_01-animal-cell.jpg>. C) <<http://www.life.umd.edu/cbmg/faculty/acaines/bsci124/07-08-PlantCell-L.jpg>>. Acesso em: 06 ago. 2015.
- **Figura. 7.1** - Disponível em: <https://classconnection.s3.amazonaws.com/172/fl_ashcards/872172/png/untitled1359338372466.png>. (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.2** - Disponível em: <http://biology-forums.com/gallery/33_20_06_11_5_37_04.jpeg>. (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.3** - Disponível em: <<http://b68389.medialib.glogster.com/media/a657690618edef307dc395f01d5d08c354d473cc326e9e6bae38109a35eaf638/plant-cell-wall.png>>. (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.4** - Disponíveis em: A) <<http://antranik.org/wp-content/uploads/2011/09/desmosome.png>>.
- B) <<https://paleopolis.files.wordpress.com/2014/11/microvilli.jpg>>. Acesso em: 08 ago. 2015. (Adaptados)
- **Figura. 7.5** - Disponível em: <http://distillique.co.za/catalog/images/articles/yeast_cell_membrane.jpg>. (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.6** - Acervo CNEC
- **Figura. 7.7** - Disponível em: <http://classes.midlandstech.edu/carterp/Courses/bio210/chap03/210_figure_03_07_labeled.jpg>. (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.8** - Disponível em: <http://classes.midlandstech.edu/carterp/Courses/bio210/chap03/210_figure_03_07_labeled.jpg>. (Adaptado) (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.9** - Disponível em: <http://classes.midlandstech.edu/carterp/Courses/bio210/chap03/210_figure_03_07_labeled.jpg>. Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.10** - Disponível em: <http://legacy.hopkinsville.kctcs.edu/instructors/Jason-Arnold/VLI/Module%202/m2cellfunctionandenergetics/f5-13_osmosis_in_animal_c.jpg>. (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.11** - Disponível em: <http://classes.midlandstech.edu/carterp/Courses/bio210/chap03/210_figure_03_11_labeled.jpg>. (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.
- **Figura. 7.12** - Disponíveis em: A e B) <http://www.yellowtang.org/images/endocytosis_1_c_la_784.jpg> e C) <<http://www.geek.com/wp-content/uploads/2013/10/vesicles2.jpg>>. (Adaptado) Acesso em: 08 ago. 2015.