



Um Experimento Simples e de Baixo Custo para Compreender a Osmose

Heberth Juliano Vieira, Luiz Carlos Soares de Figueiredo-Filho e Orlando Fatibello-Filho

Neste artigo, propõe-se a realização de um procedimento experimental para trabalhar o conceito de osmose bem como demonstrar suas aplicações. O procedimento experimental proposto é desenvolvido empregando-se material de fácil aquisição e seu resultado pode ser obtido em um tempo relativamente curto. O experimento pode ser realizado com turmas de diferentes níveis de ensino que buscam compreender situações reais, envolvendo o conceito de osmose.

► osmose, membranas semipermeáveis, sacarose ◀

Recebido em 6/11/06; aceito em 11/5/07

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), cerca de um milhão de crianças morrem devido à desidratação causada pela diarreia. No final dos anos 1970, esses números eram alarmantes, chegando a cinco milhões de crianças naquele ano (Unicef, 2005). A diarreia é um dos sinais clínicos de distúrbios gastrointestinais e é caracterizada por um aumento tanto do volume de fezes como da frequência de defecação. As causas são as mais variadas, podendo ocorrer devido à ingestão de substratos de difícil absorção pelo intestino (como carboidratos ou íons divalentes). Um exemplo é a intolerância de certos indivíduos à lactose, devido à deficiência da enzima lactase no organismo. Quando estes ingerem uma quantidade de lactose, esta não é transformada em seus carboidratos (glicose e galactose) para absorção. Como a lactose permanece no intestino, ela causa um desequilíbrio hidrolítico que resultará na diarreia. Outra causa da diarreia seria a ação de microrganismos como *Salmonella* ou *E. coli*. Essas espécies danificam o epitélio (membrana do tu-

bo digestivo), tornando ineficiente a absorção de água e ocasionando a diarreia (Bowen, 2007).

Um dos principais fatores que contribuem para esse quadro é a falta de condições sanitária adequadas, falta de higiene e falta de água doce em condições de ser consumida (Unicef, 2005).

Em casos de diarreia aguda, a simples ingestão de água não é uma medida eficiente para evitar a desidratação, pois o rápido movimento da água nos tubos digestivos impede que ela seja absorvida pelos tecidos das células (Unicef, 2005; Rene et al., 2005).

Pesquisadores da Índia e Bangladesh descobriram, em 1968, que uma solução contendo quantidades adequadas de glicose e alguns sais propiciava uma absorção adequada pelas células das paredes intestinais. Dessa maneira, alguém sofrendo de diarreia poderia repor líquidos e sais

ingerindo essa solução. Isso contornaria a necessidade de hidratação através da injeção intravenosa, um processo invasivo que pode causar transtornos às crianças (Unicef, 2005).

Desde 1980, a Unicef, em sua campanha para salvar vidas de crianças, distribui em mais de 60 países envelopes contendo uma mistura de sais para reidratação oral (ORS, oral rehydration solution). Esse envelope

possui uma constituição química conhecida: cloreto de sódio ($2,6 \text{ g L}^{-1}$), glicose ($13,5 \text{ g L}^{-1}$), cloreto de potássio ($1,5 \text{ g L}^{-1}$) e citrato de sódio ($2,9 \text{ g L}^{-1}$). Com o intuito de ampliar a abrangência de sua campanha, o Unicef também divul-

ga o uso de uma solução líquida feita em casa, o conhecido "soro caseiro". Este deve ser feito dissolvendo-se, em um copo de água filtrada, um punhado de açúcar ($\sim 12 \text{ g}$ de açúcar) e uma pitada de sal ($\sim 1,5 \text{ g}$ de

Em casos de diarreia aguda, a simples ingestão de água não é uma medida eficiente para evitar a desidratação, pois o rápido movimento da água nos tubos digestivos impede que ela seja absorvida pelos tecidos das células

sal) e administrado à criança com diarreia a cada meia hora. São substâncias do cotidiano, disponíveis em todas as casas e é uma solução de fácil preparação. Outra vantagem desse método é que podem ser administradas pelas mães ou agentes de saúde (Unicef, 2005).

No entanto, por que essa mistura de substâncias tão comuns é capaz de salvar vidas de crianças em alto grau de desidratação?

O processo envolvido nessa questão é o que chamamos de osmose, que é a passagem de um solvente através de uma membrana semipermeável que separa duas soluções de diferentes concentrações. Uma membrana semipermeável é aquela que permite a passagem de moléculas de solvente em ambos os sentidos, mas é impermeável à molécula do soluto. Assim, o soro para reidratação oral possui uma determinada concentração de substâncias que permitem que uma grande quantidade de água atravesse a parede do tubo digestivo para o meio extracelular, reidratando assim a criança.

O processo de osmose pára quando as duas soluções alcançam a mesma concentração. Ela também pode ser interrompida por aplicação de uma pressão ao líquido do lado da solução em que esta é mais concentrada. A pressão necessária para parar o fluxo de um solvente para outra solução é uma característica da solução e é chamada pressão osmótica, que depende apenas da concentração das partículas (moléculas ou íons) em solução e não da natureza destas.

Na osmose, o sentido da difusão das moléculas de água vai do lado em que a pressão de difusão for maior para o lado em que esta mesma pressão for menor. Generalizando, o solvente se difunde de uma solução diluída para uma solução concentrada.

Esse processo pode ser empregado para promover a desidratação de hortaliças que, quando colocadas

em contato com uma solução de sal e açúcar, perdem água, resultando na desidratação do tecido (Calari e col., 2004). Como resultado do processo, a menor quantidade de água na hortaliça diminui a possibilidade de deterioração microbiológica do alimento.

A falta de água doce potável pode ser contornada pelo emprego do processo osmose. O emprego de dessalinizadores, aparelhos que empregam osmose reversa para dessalinizar a água do mar, tem resolvido o problema de falta de água doce potável em diversas regiões do nosso planeta (Impeller, 2005; Water Missions International, 2005). Recentemente, o emprego de unidades de purificação de água empregando osmose reversa (UPOS) foi imprescindível no estado do Mississippi, Estados Unidos da América, que deixou mais de 56.000 pessoas sem acesso à água potável. Assim, 14 UPOS foram financiadas pelo comitê das missões de água e por uma empresa privada (Water Missions International, 2005). O Departamento de Estado Americano também deslocou UPOS em caminhões para fornecimento de água para as vítimas devido ao rompimento das barreiras provocadas pelo furacão Katrina (Impeller, 2005).

As vítimas do tsunami, nas Ilhas Maldivas, sofreram também da falta de água potável. A UNICEF deslocou para as áreas atingidas 23 UPOS, que convertia água do mar em água potável.

O emprego de dessalinizadores, aparelhos que empregam osmose reversa para dessalinizar a água do mar, tem resolvido o problema de falta de água doce potável em diversas regiões do nosso planeta

Tais unidades ficavam em barcos em alto mar durante a noite tratando a água que era levada durante o dia às vítimas (Raby, 2005). Essas unidades de purificação de água podem trabalhar em baixas pressões (100 psi) que fornecem cerca de 90 a 130 litros de água por dia com uma taxa de conversão de até 95% (Leite, 2005).

O processo de osmose reversa é aplicado para o tratamento de efluentes com uma concentração de sais dissolvidos, variando de 5,0 mg L⁻¹ a

34.000 mg L⁻¹. Com esse processo, pode-se obter uma recuperação de água superior a 90% em relação ao volume de efluente alimentado ao sistema. Há sistemas industriais que trabalham em uma faixa de pressão de 100 a 1000 psi, que são empregados no tratamento de resíduos industriais e a taxa de recuperação é menor quando comparada aos sistemas de baixa pressão (Leite, 2005).

Com o objetivo de compreender a osmose, é proposto neste artigo um experimento simples e de baixo custo, que pode ser realizado em turmas de diferentes níveis de ensino. Vale destacar que o experimento não é instantâneo, mas seus resultados podem ser discutidos em classe abordando não somente os pontos aqui descritos, como osmose e pressão osmótica, mas também aspectos da química de solução (soluto, solvente, mistura e propriedades coligativas).

Material

Todo material necessário está abaixo relacionado e é mostrado na Figura 1a.

- 1 batata tipo inglesa;
- 1 recipiente plástico de 250 mL (caneca de plástico);
- água destilada;
- 1 rolo de filme de PVC;
- copo plástico de café
- 1 seringa hipodérmica esterilizada de 1 mL (vendida em farmácias);
- 1 colher de chá;
- açúcar (crystal ou refinado);
- 1 haste flexível sem o algodão nas pontas;
- corante alimentício vermelho.

Procedimento experimental

1) Tomar a seringa e cortar a sua ponta, de tal modo que ela possa ser usada como um fura-rolhas, conforme indicado na Figura 1b;

2) Fazer um orifício em uma batata do tipo inglesa com o auxílio da seringa (fura-rolhas). Tomar o devido cuidado para não romper o tubérculo. O orifício formado deve ter uma profundidade adequada, isto é, a metade do comprimento da haste flexível de plástico;

3) Cortar uma tira do filme de PVC

de aproximadamente 30 cm de comprimento e 3 cm de largura;

4) Pegar uma haste flexível, retirar o algodão das pontas e envolver a parede central externa com o filme de PVC;

5) Dissolver em 30 mL de água para café uma colher das de chá de açúcar (~3,5 g) e uma pequena quantidade do corante de alimento vermelho (~1,2 g). Transferir a solução para o orifício feito na batata;

6) Tampar o orifício com a haste flexível revestida com o filme de PVC;

7) Finalmente, colocar a batata em um copo contendo água de torneira (ou preferencialmente água destilada¹) e deixar em repouso durante 3-6 h, como mostrado na Figura 1c.

Durante esse período, verifica-se a subida da solução pelo tubo flexível até atingir um nível constante. Dependendo do volume da solução externa de sacarose e de sua concentração, poderá haver o transbordamento da água pela ponta do tubo flexível. Nesses casos, há necessidade de se adequar o volume do orifício da batata com a concentração da solução de sacarose e/ou altura do tubo flexível, que poderia ser substituído por um canudo plástico de maior comprimento, como é o caso dos tubos plásticos (canudinhos) para tomar refrigerantes ou sucos. O processo envolvido nesse experimento também é conhecido como osmose. Como a tendência de escape das moléculas de água contidas nas células da batata (menor concentração do soluto dentro das células da batata) é maior que a tendência de escape das moléculas de água na solução de sacarose, a velocidade de transferência das moléculas do solvente das células do vegetal para a solução de sacarose é maior do que aquela no sentido inverso. Assim, há uma transferência líquida de água do interior das células da batata para a solução de sacarose, causando assim aumento do nível da solução no tubo plástico. O aumento da coluna de solução de sacarose no tubo flexível de plástico causa uma pressão que é denominada de pres-

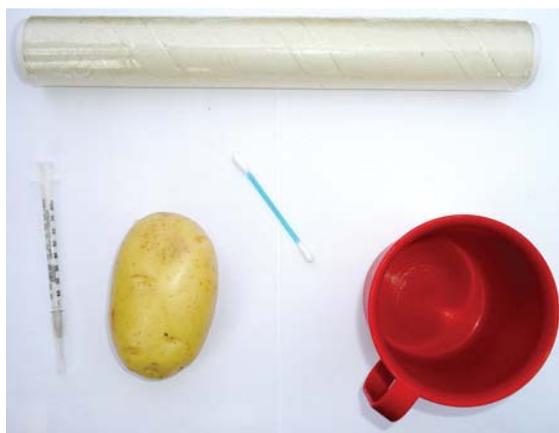


Figura 1: Experimento para demonstração do processo de osmose: (a) material necessário; (b) procedimento para perfurar a batata com uma seringa de injeção (c) osmose da solução de sacarose contendo corante alimentício vermelho.

são osmótica e representada pela letra grega π (pi). A pressão osmótica é uma propriedade coligativa e depende apenas da concentração do soluto (número de moléculas ou íons do soluto) e não da sua natureza.

Conclusões

A osmose, processo de transporte de água através de uma membrana semipermeável é importante na vida das células vegetal e animal. A absorção da água pelas células está estritamente relacionada com a concentração de solutos. Dessa maneira, quando há uma maior concentração de soluto, ocorre o transporte de água nesse sentido. Assim, pode-se reidratar uma pessoa empregando uma solução contendo solutos numa concentração que permita a passagem de água para as células do organismo. Ainda, pode-se melhorar a conservação dos alimentos pelo emprego da osmose, pois se retirando a água dos alimentos, diminui-se o desenvolvimento de microrganismos.

Questões

1) Como poderíamos empregar o fenômeno da osmose na conservação dos alimentos?

2) Quanto ao aspecto físico e consistência, porque a batata frita em casa e a vendida comercialmente apresentam diferenças?

Nota

¹Água destilada pode ser encontrada nos postos de gasolina, vendida como água de bateria, ou em farmácias.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP, ao CNPq e à CAPES, pelos recursos concedidos ao LABBES; à FAPESP, pela bolsa de Treinamento Técnico nível I; e ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa de OFF.

Referências

BOWEN, R., Pathophysiology of Diarrhea. Em: <http://arbl.cvmb.colostate.edu/hbooks/pathophys/digestion/smallgut/diarrhea.html> (acesso em 20/03/2007).

CALIARI, M.; SOARES-JÚNIOR, M.S.; FERNANDES, T.N.; GONÇALVES-JÚNIOR, S. Desidratação osmótica de batata baroa (*Arracacia xanthorrhiza*). Pesquisa Agropecuária Tropical, n. 34, p. 15-20, 2004.

IMPELLER: Katrina demonstrates the growing demand for reverse osmosis units. Em: http://impeller.net/magazine/News_en/doc3231x.asp (acesso em 06/09/2005).

Orlando Fatibello-Filho (bello@dq.ufscar.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), mestre em Físico-Química Orgânica, doutor em Ciências (Química Analítica) e livre-docente pela USP, é professor titular do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos. **Luiz Carlos Soares de Figueiredo Filho** (cyber_qfcn@yahoo.com.br) é graduando de Licenciatura em Química pela

Universidade Federal de São Carlos. **Heberth Juliano Vieira** (heberth.vieira@gmail.com), bacharel em Química, mestre e doutor em Ciências (Química Analítica) pelo Programa de Pós-Graduação em Química do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos, é docente da Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNESP), Campus de Presidente Prudente.

LEITE, C.E.S. Osmose Reversa. Em: <http://www.geocities.com/CollegePark/Bookstore/8237/osmose/osmose.htm> (acesso em 25/09/2005).

ORS: The medical advance of the century. Em: <http://www.unicef.org/sowc96/joral.htm> (acesso em 14/01/2006).

RABY, A. Tsunami disaster: countries in crisis. Water expert helps UNICEF restore supply on tsunami-affected islands. Em: http://www.unicef.org/emerg/disasterinasia/24615_25681.html (acesso em 5/09/2005).

RENÉ, A.; GONÇALVES, A.P.; EDUARDO, C.; BARRETO, D.M. Desidratação Infantil. Em: <http://www.geocities.com/CollegePark/Residence/4589/index.htm>

(acesso em 20/12/2005).

UNICEF: Water, environment and sanitation. Children and water: global statistics. Em: http://www.unicef.org/wes/index_31600.html (acesso em 28/08/2005).

WATER MISSIONS INTERNATIONAL: WMI and Pentair, Inc. Partner to Supply Safe Water to Hurricane Victims. Em: <http://www.watermissions.org/alldb.aspx?id=44&type=1> (acesso em 6/9/2005).

Para saber mais

UNICEF: Technical Bulletin N. 9: New formulation of Oral Rehydration Salts (ORS) with reduced osmolarity. Em: <http://www.supply.unicef.dk/catalogue/bulletin9.htm> (acesso em 18/01/2006).

Abstract: A Simple and Low Cost Experiment to Understand Osmosis. In this article an experiment to develop the osmosis concept as well as to demonstrate its applications is presented. The proposed experimental procedure, which is realizable in a relatively short time using easily acquired material, can be carried out with groups of different learning levels that seek to understand real situations involving the osmosis concept.

Keywords: osmosis, semi-permeable membranes, sucrose, rehydration

Nota

Publicações da Sociedade Brasileira de Física (SBF)

A SBF apresenta ao leitor de *Química Nova na Escola* suas publicações dedicadas ao Ensino de Física, a *Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)* e a *Física na Escola (FnE)*, adiantando alguns artigos das próximas edições.

O próximo fascículo da *FnE* trará artigos sobre:

- ✓ Educação escolar indígena
- ✓ Ensino de Física abordando Educação Ambiental
- ✓ A Mecânica Quântica em quadros de Salvador Dalí e muito mais...

O próximo fascículo da *RBEF* trará artigos sobre:

- ✓ Quebra da bolsa de valores
- ✓ Deformações geométricas e velocidade superluminal
- ✓ O papel das flutuações na biologia
- ✓ Artigo em comemoração aos 200 anos do nascimento de C.A. Doppler e muito mais...

Para assinar a *RBEF* ou a *FnE*, acesse

<http://www.sbfisica.org.br/rbef/assinaturas.shtml>

ou

<http://www.sbfisica.org.br/fne/assinaturas.shtml>

