

Estudo da Solubilidade dos Gases: Um Experimento de Múltiplas Facetas

Aline G. Nichele, Andréia M. Zucolotto e Eduarda C. Dias

Neste artigo, descrevemos um experimento para o estudo da solubilidade de gases e que permite a integração desse conceito a outros relevantes na educação química, colocando em evidência suas diferentes facetas. Seu desenvolvimento requer apenas materiais de baixo custo como água mineral gaseificada e repolho roxo. A partir da realização do experimento, propomos a integração do estudo da influência da temperatura na solubilidade de CO_2 em água mineral gaseificada com outros conceitos, tais como acidez e basicidade, equilíbrio químico e o princípio de Le Chatelier. Além de propiciar a integração de diferentes conceitos, esse experimento pode ser utilizado para o estudo específico de cada um deles, sem necessariamente correlacioná-los, assim, trata-se de um experimento com diferentes facetas em suas possibilidades de aplicação. Como aspectos positivos à sua inserção na escola, destacamos que ele é viável em qualquer ambiente de ensino, tem simples execução e não produz resíduos tóxicos.

► água mineral, repolho roxo, solubilidade de gases ◀

Recebido em 28/06/2014, aceito em 05/10/2014

Entendemos a experimentação como um recurso pedagógico que perpassa pelas experiências, atividades práticas, práticas laboratoriais e atividades que englobam experimentos das áreas das ciências da natureza, desenvolvidas em qualquer tipo de espaço, quer sejam laboratórios de ciências, salas de aula convencionais ou qualquer outro. Nesse sentido, adotamos neste artigo os verbetes experimentação, atividade prática e experimentos como sinônimos, ainda que entendamos as peculiaridades de cada um deles assumidas por diferentes autores (Gonçalves; Marques, 2006; Giordan, 1999; Rosito, 2000; Krasilchik, 2004).

Entendemos que um dos grandes desafios do ensino de química é a efetivação de atividades experimentais que integrem conceitos e favoreçam a interpretação dos

fenômenos envolvidos. Com essa motivação, propomos atividades práticas com o intuito de desenvolver a capacidade de os alunos estabelecerem relações entre conhecimentos comumente abordados separadamente. Além disso, elaboramo-las para que sejam exequíveis em qualquer ambiente de ensino, utilizando-se materiais de preço acessível e facilmente encontrados no mercado.

Partindo dessas premissas, propomos neste trabalho uma atividade experimental envolvendo o estudo da relação da concentração do dióxido de carbono (CO_2) em água mineral gaseificada e a sua influência no pH, inspirada em práticas divulgadas nesta revista (Ferreira et al., 1997; 2008; GEPEQ, 1995; Maia et al., 2005). Essa prática pode propiciar a integração de diferentes conceitos, entre eles: o estudo de pH, acidez

e basicidade de substâncias; estudo de equilíbrio químico e cálculos a ele relacionados; o deslocamento de equilíbrios químicos, segundo o Princípio de Le Chatelier, em especial no que se refere ao efeito da concentração e ao efeito da

Entendemos que um dos grandes desafios do ensino de química é a efetivação de atividades experimentais que integrem conceitos e favoreçam a interpretação dos fenômenos envolvidos. Com essa motivação, propomos atividades práticas com o intuito de desenvolver a capacidade de os alunos estabelecerem relações entre conhecimentos comumente abordados separadamente.

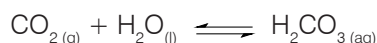
A seção "Experimentação no ensino de Química" descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

temperatura na solubilidade de substâncias. No que se refere à solubilidade de gases, ampliamos as restritas atividades experimentais encontradas, pois geralmente é estudada a solubilidade de sólidos, não raramente envolvendo explicações abstratas e, por vezes, generalizações inadequadas, tal como a tradicional frase: o aumento da temperatura provoca o aumento da solubilidade. A atividade prática em questão tem potencial para desencadear uma série de discussões em torno dos temas citados, permitindo ao estudante estabelecer relações a partir da prática proposta. Neste artigo, em especial, destacamos seu potencial para o estudo da solubilidade de gases, tema para o qual há poucas opções de atividades práticas.

O experimento

Todas substâncias se solubilizam da mesma maneira? Qual é o gás das bebidas gaseificadas? Toda água é neutra? Para que servem as medidas de pH? O que é um indicador de pH?

A gaseificação de bebidas como água e refrigerantes envolve a carbonatação, ou seja, a adição e solubilização de CO_2 . A equação envolvida na carbonatação é:



A partir dessa equação, é possível entender que quanto mais CO_2 estiver solubilizado, maior será a acidez da bebida. Por outro lado, quando uma garrafa de água mineral gaseificada ou de refrigerante é aberta e a liberação de CO_2 é iniciada, diminuindo a concentração desse gás no meio, de acordo como princípio de Le Chatelier, há a dissociação do H_2CO_3 e a consequente diminuição da acidez da bebida.

A solubilidade do CO_2 na água é diretamente proporcional à pressão e inversamente proporcional à temperatura. A pressão interna em uma garrafa de água mineral gaseificada nunca aberta é superior à pressão atmosférica. Assim, quando a abrimos, ouvimos um som característico de liberação de gás, e quanto mais quente estiver essa água, maior será o volume sonoro, ou seja, maior a liberação de gás.

O experimento que propomos consiste no acompanhamento da variação de pH de amostra de água mineral gaseificada quando submetida ao aquecimento. Mediante tal procedimento, verifica-se uma ampla faixa de variação de pH na amostra.

Como uma alternativa ao uso do pHmetro, constatamos a viabilidade de utilizar indicadores de pH acessíveis e

tradicionalmente utilizados no ensino de química, tal como o sugerido para esse experimento: o extrato de repolho roxo, o qual apresenta uma escala de cores variada conforme a acidez ou a basicidade do meio em que se encontra.

Para execução desse experimento, elaboramos uma escala de pH a partir do indicador de extrato de repolho roxo (GEPEQ, 1995). Utilizamos soluções de pH conhecido – 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 – dispostas em tubos de ensaio, adicionamos igual quantidade de extrato de repolho roxo em cada uma delas, observando-se grande variação de coloração para as diferentes soluções. Estas foram reproduzidas em foto (Figura 1).

Essa escala de pH com extrato de repolho roxo foi construída uma única vez. As reproduções e aplicações do experimento com a água mineral gaseificada foram realizadas utilizando-se a foto da Figura 1 como escala de cores indicativa de pH. Alternativamente ao extrato de repolho roxo como indicador de pH e ao uso da Figura 1 como escala de pH, pode ser utilizada uma tira de papel indicador universal de pH no tubo onde será realizado o experimento. Entretanto, entendemos que essa opção propiciará apenas a leitura do pH nos momentos inicial e final do experimento, não proporcionando a observação da rápida variação do pH durante o processo, aspecto importante para a análise mais ampla do fenômeno em questão.

Materiais

Para a realização do experimento, utilizamos: ¼ de repolho roxo; água mineral com gás, tubo de ensaio, pipeta graduada ou seringa de 5 mL, bico de Bunsen ou lamparina, fósforo e prendedor de madeira ou suporte para aquecer o tubo de vidro.

As soluções usadas como referência de pH foram preparadas a partir da diluição de soluções padrão de $\text{HCl}_{(aq)}$ 10 mol/L e $\text{NaOH}_{(aq)}$ 10 mol/L, respectivamente preparadas a partir de HCl 37% e NaOH sólido.

Metodologia

Preparar o extrato de repolho roxo pela sua fervura com pequena quantidade de água. Deixá-lo em repouso até atingir a temperatura ambiente.

Colocar uma pequena quantidade da água mineral com gás em um tubo de ensaio (não mais que ¼ da capacidade

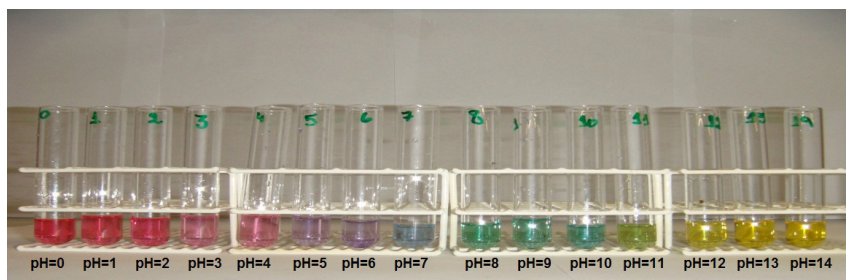


Figura 1: Colorações obtidas com o extrato de repolho roxo em soluções com pH conhecido, pH = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, respectivamente.

total). É importante abrir a garrafa apenas no momento de executar o experimento para minimizar a variação de seu pH. Lembrar ainda de sempre utilizar a amostra e a solução indicadora à temperatura ambiente para realizar o experimento.

Com auxílio de uma seringa, adicionar à amostra o extrato de repolho roxo em quantidade suficiente para obter uma coloração nítida (Figura 2a). Observar a coloração e determinar o pH com o auxílio da escala (Figura 1).

Em seguida, acender o bico de Bunsen, segurar o tubo de vidro com o auxílio de um prendedor de madeira e proceder ao aquecimento do tubo, contendo a amostra e o indicador, por cerca de 5 minutos, observando a variação de cor e a correspondente variação de pH envolvida no processo.

Para a amostra, observa-se significativa variação de pH (Figura 2a, b, c, d). No experimento visualizado na Figura 2¹, a amostra gaseificada foi submetida à degaseificação por meio de aquecimento até ebulição. Após retorno à temperatura ambiente, teve seu pH determinado por meio da escala de cores (Figura 1), a partir da qual foi possível observar uma variação de pH de aproximadamente 5 até 9. Esse experimento foi repetido utilizando-se um pHmetro no momento inicial e no momento final. Os valores de pH encontrados foram de 4,85 antes do aquecimento e de 8,93 após a ebulição e resfriamento à temperatura ambiente para a água mineral com gás.

Múltiplas facetas do experimento

Além das perguntas norteadoras sugeridas no início da descrição desse experimento, emergem importantes questões para discussão, problematização das ideias dos alunos e construção de conhecimentos. No que se refere ao estudo de solubilidade, é possível instigar reflexões a partir da experiência de vida dos alunos, que normalmente está associada à observação da solubilidade de sólidos em líquidos como, por exemplo, o ato de adoçar uma bebida. Assim, a busca por respostas de questões, como: “a solubilidade sempre aumenta com o aumento da temperatura?” ou “os resultados desse experimento correspondem às suas expectativas?”,

proporcionará importantes reflexões que poderiam levar à articulação e integração de diferentes conteúdos da química. Alguns deles são o conhecimento do gás utilizado em bebidas gaseificadas, a reação envolvida no processo, o estudo de como o pH e a solubilidade se relacionam, a relação entre o pH e a concentração de CO_2 , bem como explicar por meio dessa reação a variação de pH observada na prática. Os questionamentos potencialmente emergentes de tal experimento levam o estudante a buscar explicações para compreender suas observações laboratoriais de forma ampla e contextualizada, tais como os sugeridos no início da descrição do experimento.

Além do estudo da solubilidade de gases, entendemos que esse experimento pode ser utilizado em outros contextos de aulas de química e/ou ciências. Este pode contribuir para o estudo do pH das soluções, em especial no que diz respeito ao estudo e à compreensão da acidez e basicidade das substâncias. No estudo de equilí-

brio e ainda retomando a ideia inicial de determinação de pH da água mineral antes e após degaseificação, podemos ampliar a discussão, inserindo outras aplicações para tal atividade prática, tais como o equilíbrio do ácido carbônico formando dióxido de carbono e água. Com isso, podemos utilizar a atividade proposta para abordar conceitos científicos, comumente vistos separadamente, sem descuidar da abordagem de temas do cotidiano.

Ferreira et al. (1997) propõem um experimento sobre o estudo do efeito da concentração no equilíbrio de hidrólise do íon bicarbonato envolvendo o aumento da concentração de CO_2 no meio reacional e consequentemente o aumento da concentração de ácido carbônico. No experimento que propomos, é possível apreciar a diminuição da concentração de ácido carbônico em virtude da diminuição da concentração de CO_2 , complementando o primeiro.

Outro relevante experimento para o estudo do equilíbrio químico foi proposto por Ferreira et al. (2008), no qual uma garrafa de água mineral gaseificada é conectada à garrafa de água mineral sem gás e, por meio da observação da variação do pH, proporcionou uma rica observação e

No que se refere ao estudo de solubilidade, é possível instigar reflexões a partir da experiência de vida dos alunos, que normalmente está associada à observação da solubilidade de sólidos em líquidos como, por exemplo, o ato de adoçar uma bebida.

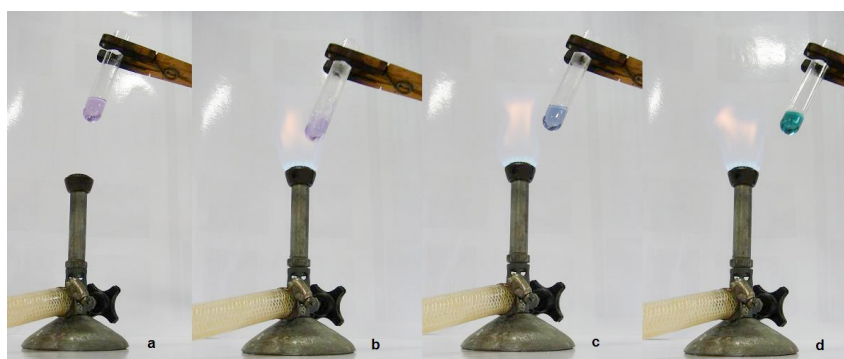


Figura 2: Variação da coloração com o aquecimento do extrato de repolho roxo na água mineral gaseificada.

discussão a respeito de equilíbrio químico. Para além deste estudo com água mineral gaseificada, os temas discutidos por meio dessa atividade propiciam novas discussões e poderão envolver outros tipos de amostras. No que se refere aos refrigerantes, Lima e Afonso (2009) propuseram uma atividade experimental envolvendo a análise sensorial para determinação do efeito do CO_2 nessas bebidas. No contexto desse experimento, destacaram a importância desse gás no produto.

A carbonatação dá “vida” ao produto [...]. Sua ação refrescante está associada à solubilidade dos gases em líquidos, que diminui com o aumento da temperatura. Como o refrigerante é tomado gelado, sua temperatura aumenta do trajeto que vai da boca ao estômago. O aumento da temperatura e o meio ácido estomacal favorecem a eliminação do CO_2 , e a sensação de frescor resulta da expansão desse gás. (p. 211)

Dessa maneira, entendemos que o experimento que propomos neste artigo, utilizado de forma isolada, bem como associada aos experimentos supracitados, entre outros, compõe um importante grupo de atividades que podem ser utilizadas pelo professor para articular diferentes temas da química, que se entrelaçam e ampliam o significado dessa ciência aos alunos, aproximando-a de suas vivências.

Considerações finais

Motivados pela contribuição da experimentação para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos, bem

como pela possibilidade de integração de conceitos e de interpretação dos fenômenos envolvidos, entendemos que essa atividade experimental permite associar uma série de questões e temas que podem provocar a investigação. Essa proposta prevê a reflexão e discussão de questões vinculadas ao cotidiano, tal como a influência da concentração de gás CO_2 em água mineral e refrigerante. Além disso, é realizada com materiais de fácil aquisição, pode ser realizada em salas de aula convencionais e não há restrição para o descarte de resíduos, uma vez que se usa apenas água mineral e extrato de repolho roxo para desenvolvê-lo.

Por fim, a partir dos dados obtidos nesse experimento, podem ser propostas diferentes relações entre conceitos científicos. Dessa maneira, esse experimento se configura num promissor recurso pedagógico a ser utilizado pelos professores na abordagem de diferentes temas da química.

Nota

¹ O vídeo da etapa de aquecimento deste experimento está disponível em <<http://youtu.be/QIAFMwZJdAI>>.

Aline Grunewald Nichele (aline.nichele@poa.ifrs.edu.br), bacharel e mestre em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), doutora em Educação pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), é professora de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Porto Alegre. Porto Alegre, RS – BR. **Andréia Modrzejewski Zucolotto** (andreia.zucolotto@poa.ifrs.edu.br), licenciada em Química pela UFRGS, mestre e doutora em Educação pela PUCRS, é professora de Química do IFRS, campus Porto Alegre. Porto Alegre, RS – BR. **Eduarda Corgo Dias** (eduardacorgo@gmail.com), bolsista de iniciação científica, técnica em Química pelo IFRS, campus Porto Alegre, é graduanda do curso de Química pela UFRGS. Porto Alegre, RS – BR.

Referências

- FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Variação de pH em água mineral gaseificada. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 70-72, 2008.
- FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; ROCHA-FILHO, R.C. Algumas experiências simples envolvendo o princípio de Le Chatelier. *Química Nova na Escola*, n. 5, p. 28-31, 1997.
- GEPEQ. Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 32-33, 1995.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GONÇALVES, F.P.; MARQUES, C.A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino

de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

LIMA, A.C.S.; AFONSO, J.C. A química do refrigerante. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 210-215, 2009.

MAIA, D.J.; GAZOTTI, W.A.; CANELA, M.C.; SIQUEIRA, A.E. Chuva ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 44-46, 2005.

ROSITO, B.A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: EDI-PUCRS, 2000.

Abstract: *Study of solubility of gases: an experiment with several possibilities.* In this article we describe an experiment to study gases solubility which also allows integration of this concept with other ones in Chemistry Education, highlighting its different possibilities. Its development needs just low cost materials, like sparkling mineral water and red cabbage. The experiment proposes the integration between temperature influence in carbonic gas solubility with others concepts, like acidity and basicity, chemical equilibrium and Le Chatelier's principle. In addition, it may be used to study specifically any one of them, without necessarily correlate them. The experiment would be very useful at schools not only for being viable in every teaching environment, but also for having simple execution and not producing toxic waste.

Keywords: mineral water, red cabbage, solubility of gases