

## Uma proposta investigativa para a identificação de ácidos e bases no cotidiano

Ana A. N. Rezende, Crediana C. Siqueira, Davi V. Ribeiro, Leticia A. Muniz, Marcela Openheimer e Evandro F. Rozentalski

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma atividade experimental investigativa para identificar ácidos e bases presentes no cotidiano com extrato de repolho roxo. O experimento é amplamente conhecido por educadores em Química. A proposta que será delineada se distingue das demais por ser estruturada e desenvolvida por meio de uma abordagem investigativa. Essa abordagem se caracteriza por formular um problema a partir de um contexto que deverá ser solucionado pelos estudantes e se organiza em momentos de questionamento, reflexão, testes de hipóteses, comunicação e discussão dos resultados, e generalização dos conhecimentos aprendidos para outros contextos.

► ensino por investigação, indicador repolho roxo, ácido e base ◀

Recebido em 24/03/2023, aceito em 01/08/2023

32

O uso de atividades experimentais no Ensino de Química tem sido recomendado por pesquisadores, educadores e currículos com o objetivo de ensinar não somente saberes conceituais, mas, também, procedimentais e atitudinais na formação dos estudantes da Educação Básica (Galiazzi e Gonçalves, 2004; Oliveira, 2010; Gonçalves e Marques, 2012; Brasil, 2018).

O potencial formativo das atividades experimentais depende de como elas são propostas e desenvolvidas. Tais atividades não podem se restringir a uma mera ação mecânica. Também não podem ter por objetivo apenas a ilustração ou a “comprovação” das teorias, tendo em vista que nessas situações não há espaço para o aluno se manifestar e reconsiderar seus conhecimentos. Em tais situações tem-se a crença que apenas “fazer o experimento” ou “ver na prática”, sem maiores reflexões, é suficiente para a aprendizagem dos estudantes (Andrade e Massabni, 2011; Bassoli, 2014).

É necessário incorporar na pedagogia das atividades experimentais elementos investigativos. O aluno deve ser o protagonista na construção de seu próprio conhecimento, com o auxílio do professor e dos demais colegas. Isso

implica que o aluno precisará buscar, reformular e refletir para reestruturar, ampliar e modificar suas compreensões iniciais. Para tanto, essas atividades devem ser planejadas e conduzidas com o objetivo de o estudante levantar questionamentos, analisar e refletir sobre o que é feito e/ou observado, experimentar, levantar e testar hipóteses, elaborar interpretações e conclusões, errar e compartilhar com os demais colegas e o professor seus pontos de vista (Andrade e Massabni, 2011).

A partir disso, destaca-se que as seguintes premissas estruturam o *ensino por investigação*: i) presença de um problema para dar sentido à construção de conhecimentos pelo aprendiz; ii) reconhecimento de conhecimentos anteriores dos aprendizes, pois é a partir destes que os estudantes construirão novos conhecimentos ao longo da investigação; iii) necessidade de ir além de ações manipulativas, incluindo, também, ações intelectuais para que o aprendiz tome consciência de seus atos; iv) importância do erro na construção de novos conhecimentos; e v) estímulo à construção e interação social do conhecimento entre estudantes e professor (Carvalho, 2013).

Existem inúmeros desafios e obstáculos para implementar atividades experimentais na Educação Básica (Andrade

O aluno deve ser o protagonista na construção de seu próprio conhecimento, com o auxílio do professor e dos demais colegas. Isso implica que o aluno precisará buscar, reformular e refletir para reestruturar, ampliar e modificar suas compreensões iniciais.

e Massabni, 2011). No caso de atividades experimentais investigativas, destacam-se a pouca disponibilidade de materiais didáticos e/ou roteiros investigativos disponíveis. Nas últimas décadas, verifica-se a presença de atividades experimentais em livros didáticos de Química do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e na literatura em Ensino de Química. Apesar desta ampla oferta, percebe-se que esses materiais não são estruturados de acordo com o *ensino por investigação*, sendo, em sua maioria, atividades de cunho *verificacionista*, isto é, atividades planejadas para que os estudantes verifiquem uma “teoria” ou “lei” experimentalmente, sem momentos de questionamento e reflexão.

Em vista disso, este trabalho tem por objetivo apresentar uma atividade experimental investigativa para identificar ácidos e bases presentes no cotidiano, utilizando materiais de baixo custo. Esta proposta é inspirada na primeira publicação da seção “Experimentação no Ensino de Química”, cujo objetivo foi construir uma escala de pH utilizando extrato de repolho roxo como indicador (Gepeq, 1995). O trabalho do Gepeq foi pioneiro na divulgação de uma atividade experimental para a Educação Básica. Nos anos seguintes, outras propostas experimentais relacionadas ao conteúdo de ácidos-bases foram publicadas na QNEsc (Ferreira, 1996; Marconato, Franchetti e Pedro, 2004; Fatibello-Filho *et al.*, 2006; Antunes *et al.*, 2009). No entanto, a estrutura dessas atividades reflete uma abordagem *verificacionista*. Mais recentemente, Souza e Silva (2018) apresentaram os resultados de uma sequência investigativa voltada ao ensino de ácido-base. Dessa forma, pretende-se adaptar a proposta do Gepeq com o intuito de estruturá-la de acordo com os princípios e orientações do *ensino por investigação* (Carvalho, 2013), e, com isso, complementar a pesquisa realizada por Souza e Silva (2018) por meio do enfoque na elaboração do roteiro da atividade e orientações para o seu desenvolvimento.

### Procedimento metodológico

O professor deve criar condições para os alunos *pensarem* sobre o que sabem a respeito do problema, *falarem* seus argumentos para resolvê-lo, *lerem* criticamente os conteúdos relacionados e *escreverem* sobre suas ideias. Isso significa que no ensino por investigação a avaliação não busca apenas verificar o aprendizado dos conteúdos, mas se os alunos sabem também falar, argumentar, ler e escrever sobre eles (Carvalho, 2013).

A partir disso, elaborou-se uma proposta investigativa para a identificação de ácidos e bases com o extrato de repolho roxo. O público-alvo são estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e/ou 1º ano do Ensino Médio. A atividade é uma introdução ao ensino de ácidos e bases, portanto, pode ser desenvolvida, sem que os estudantes compreendam o conceito de pH (potencial hidrogeniônico) e as teorias

ácido-base. Na abordagem *verificacionista*, os experimentos são realizados pelos estudantes após a exposição teórica dos conteúdos. Nesta proposta, a construção dos conceitos científicos ocorrerá através do experimento. Isso permitirá ao professor conhecer as compreensões dos estudantes, relacioná-las com os resultados obtidos e ensinar os conceitos químicos subjacentes. A abordagem adotada é qualitativa e macroscópica, na qual a partir das observações experimentais

os estudantes começarão a perceber padrões de cores dos testes obtidos com o extrato de repolho roxo e com isso poderão compreender que certos materiais do seu cotidiano compartilham uma propriedade em comum, ácida ou básica. Apesar deste enfoque,

destaca-se que a proposta é flexível e passível de ser adaptada de acordo com os objetivos do professor. A proposta a seguir pode ser desenvolvida no laboratório da escola ou na própria sala de aula, desde que se tome o cuidado de afastar os materiais que não podem ser molhados.

O início da atividade investigativa ocorre pela **contextualização** do assunto ácidos e bases. Com o objetivo de estimular a participação dos estudantes o professor pode propor as seguintes questões: *Você já provou um suco de limão sem açúcar? Qual o gosto desse suco? Você já provou uma salada temperada com vinagre? Qual o gosto do vinagre? O que o limão e o vinagre têm em comum?* O professor, se julgar pertinente e seguro, pode levar para a sala de aula amostras de limão e vinagre para os estudantes experimentarem. Não é o objetivo neste momento avaliar se as respostas dadas pelos estudantes estão corretas. O que se espera é identificar as ideias iniciais dos estudantes sobre o assunto.

Após essa interação inicial, o professor pode descrever brevemente que inúmeros materiais e alimentos presentes no nosso cotidiano possuem substâncias ácidas ou básicas em sua composição. O limão e o vinagre possuem em suas composições substâncias ácidas e são estas que conferem o sabor azedo ou ácido característico. No caso destes alimentos, o professor deve destacar que a identificação da propriedade azeda dos materiais ocorreu por meio da sua ingestão. Mas, será que podemos identificar um ácido sem experimentá-lo? Se sim, como isso pode ser feito? Essa indagação deve ser acompanhada de informações sobre os riscos e perigos de ingestão de materiais presentes no nosso cotidiano, como, por exemplo, produtos de limpeza. É por esse motivo que precisamos de um procedimento que não necessite a ingestão da substância para identificá-la.

Após a contextualização o professor deve apresentar o **problema** que será investigado pelos estudantes: *Como identificar se um material ou alimento presente no nosso cotidiano é ácido sem experimentá-lo?* Ao apresentar o problema, é importante que o professor dê tempo para que os estudantes possam apresentar suas sugestões para resolvê-lo. Mesmo que nenhuma resposta seja dada ou, pelo menos, nenhuma viável ou adequada, isso será importante

[...] este trabalho tem por objetivo apresentar uma atividade experimental investigativa para identificar ácidos e bases presentes no cotidiano, utilizando materiais de baixo custo.

para a reflexão da turma e, principalmente, para que ao fim da atividade, este problema seja apresentado novamente com o objetivo de os estudantes expressarem suas compreensões com a realização da atividade.

Neste momento, o professor encontra-se em condições de distribuir os kits com os **materiais** que serão utilizados para resolver o problema. Os materiais necessários para montar os kits são: 6 recipientes de 500 mL com tampa; 500 g de repolho roxo; 100 copinhos plásticos de café de 50 mL; 2 frascos de vinagre branco de 750 mL; 6 garrafas de 500 mL de água comercial sem gás com  $\text{pH} = 7$ ; 1 frasco de sapólio comercial; 1 frasco de diabo verde comercial; 1 frasco de leite de magnésia; 6 limões (taiti ou cravo) e 24 bisnagas de 200 mL. As quantidades indicadas foram planejadas para serem aplicadas em uma turma com 30 alunos, com a formação de 6 (seis) grupos.

O extrato de repolho roxo deve ser preparado com antecedência. Para isso, recomenda-se utilizar 500 g de repolho roxo, picá-lo em pedaços menores e esquentá-lo com 3 L de água. Quando a água atingir a temperatura de ebulição, desligue o fogo e tampe a panela. Depois que esfriar, transfira apenas o líquido para os 6 recipientes de 500 mL e guarde na geladeira para evitar a sua decomposição, com esse cuidado, ele poderá ser utilizado com 2 ou 3 dias após sua preparação.

A partir dos materiais citados anteriormente, devem ser preparados 6 kits, um para cada grupo contendo: 1 recipiente com 500 mL de extrato de repolho roxo; 1 limão cortado na metade; 1 bisnaga com 200 mL de vinagre de álcool; 1 garrafa de água; 1 bisnaga com 200 mL de leite de magnésia; 1 bisnaga com 200 mL de sapólio; 1 bisnaga com 200 mL de diabo verde; e 6 copinhos de café.

Para as bisnagas de leite de magnésia, sapólio e diabo verde devem ser preparadas soluções, apenas o vinagre pode ser utilizado tal como se encontra no frasco comercial. Devem ser preparadas soluções saturadas do leite de magnésia e sapólio com 200 mL de água, tendo em vista que são substâncias pouco solúveis em água. Por outro lado, o diabo verde possui em sua composição soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ), portanto, deve ser preparada uma solução diluída com 200 mL de água. Adicione pequenas lascas do diabo verde em água, agite e faça um teste com o repolho roxo para verificar a mudança de cor. Procure utilizar a menor quantidade possível de diabo verde.

Após a distribuição dos kits, o professor pode apresentar algumas **questões para a reflexão** antes do início do experimento: *Destes materiais que temos aqui, quais vocês acham que são ácidos? Por quê? Vocês conseguem pensar em uma maneira de identificar quais são os materiais ácidos? Como vocês fariam os testes para identificar isso?* Pelos materiais listados anteriormente, o professor tem consciência que existem materiais que são ácidos (limão e vinagre), básicos (sapólio, leite de magnésia e diabo verde) e neutro (água). Por outro lado, os estudantes só têm noção da existência de substâncias ácidas por conta das suas experiências anteriores. A atividade permitirá ampliar as classes de substâncias conhecidas pelos estudantes.

Com a conclusão desta interação com os estudantes, estes deverão realizar a **execução do experimento**. Serão realizados 6 (seis) testes pelos grupos e as seguintes instruções deverão ser dadas à turma:

**1º Teste** – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante espremendo o limão. Anote a cor obtida;

**2º Teste** – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com sapólio. Anote a cor obtida;

**3º Teste** – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com água. Anote a cor obtida;

**4º Teste** – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com o diabo verde. Anote a cor obtida;

**5º Teste** – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com leite de magnésia. Anote a cor obtida;

**6º Teste** – Adicione o extrato de repolho roxo até completar metade do copinho e depois complete o restante com vinagre de álcool. Anote a cor obtida.

Não é necessário seguir exatamente essa ordem nos testes, pois o professor deverá solicitar posteriormente aos estudantes que organizem os materiais de acordo com as cores obtidas, buscando agrupar os materiais por semelhança das cores. É recomendável elaborar uma ficha para as anotações dos estudantes durante a execução do experimento. O registro das informações será importante para compartilhar



Figura 1: Reagentes (à esquerda) e testes com o indicador de repolho roxo (à direita). (Autoria própria, 2023)

posteriormente com a turma os dados obtidos e poderá ser utilizado como instrumento avaliativo.

Após a realização do experimento, os grupos deverão compartilhar com o restante da turma os resultados obtidos. Essa é a etapa da **comunicação dos resultados**. Para isso, as seguintes questões podem ser apresentadas para estimular os estudantes a falarem: *O que aconteceu com a cor do repolho roxo quando vocês adicionaram as soluções? Mudou de cor? Quais foram as cores observadas? Qual solução não mudou de cor? Quais materiais resultaram em cores semelhantes? Qual era a cor? É papel do professor estabelecer comparações entre as respostas dos grupos com objetivo de identificar semelhanças e diferenças. Nessa etapa, é importante ater-se ao que é observado experimentalmente, sem adentrar, ainda, em questões teóricas ou que vão além do que é observado.*

*Quais foram as cores observadas? Qual solução não mudou de cor? Quais materiais resultaram em cores semelhantes? Qual era a cor? É papel do professor estabelecer comparações entre as respostas dos grupos com objetivo de identificar semelhanças e diferenças. Nessa etapa, é importante ater-se ao que é observado experimentalmente, sem adentrar, ainda, em questões teóricas ou que vão além do que é observado.*

Finalmente, o professor deve passar à **discussão dos resultados obtidos**. É somente aqui que o professor começará a compartilhar as respostas “corretas” ou “esperadas”. Em todas as fases anteriores, o docente precisa ser vigilante e não “dar as respostas” imediatamente, mas, levantar questionamentos, sugerir caminhos alternativos ainda não considerados pelos estudantes, entre outros que não envolvam respondê-los.

A partir das respostas dos estudantes, é necessário explicar que o extrato de repolho roxo possui em sua composição uma substância que é um indicador ácido-base, que muda de cor em meio ácido ou básico. No caso do repolho roxo, esse fica vermelho na presença de ácidos, roxo na ausência de ácidos/bases, e azul-escuro, verde e amarelo na presença de bases. O professor pode introduzir o conceito de pH (potencial hidrogeniônico), que exprime a concentração do íon  $H^+$  em solução aquosa e permite quantificar os níveis de acidez e basicidade desta, sendo que soluções com  $pH < 7$  são ácidas e com  $pH > 7$  são básicas, à 25° C. O indicador do repolho roxo é uma escala qualitativa, desse modo, o pH pode ser introduzido para associar às cores observadas valores quantitativos de acidez e basicidade: limão e vinagre apresentam pH 2; sapólio apresenta pH 8; leite de magnésia apresenta pH 10; e o diabo verde apresenta pH 12. No caso do diabo verde, um produto vendido em mercados e utilizado para desentupir pias de banheiro e cozinha, é essencial apontar os riscos e perigos envolvidos na sua manipulação e uso. Esse produto tem em sua constituição, majoritariamente, NaOH (hidróxido de sódio), que apresenta um nível de basicidade elevada devido à liberação de íon  $OH^-$  (hidróxido) em água, que resulta em uma solução com pH 12. No entanto, é necessário explicar que o conceito de pH e como calculá-lo será discutido futuramente, tendo em vista que o experimento é uma introdução ao conteúdo de ácidos e bases.

Com a conclusão do experimento e sua discussão, os estudantes possuem elementos para apresentar respostas ao

problema inicial. Deve-se apresentar novamente o problema aos estudantes: *Como identificar se um material ou alimento presente no nosso cotidiano é ácido sem experimentá-lo? A resposta esperada deve se relacionar com o uso de um indicador ácido-base, no caso deste experimento, o repolho roxo. Além disso, agora os estudantes estão aptos a compreender que não somente ácidos, mas, também, substâncias básicas e neutras podem ser identificadas por esse método.*

Para concluir a atividade investigativa, é importante estabelecer uma **relação do problema com outros contextos** que não foram abordados por este experimento. Isso pode ocorrer como forma de preparação para a próxima aula ou com o objetivo de consolidar as aprendizagens adquiridas como tarefa de casa.

As seguintes questões podem ser apresentadas aos estudantes: *Quais outras substâncias do cotidiano vocês acreditam que são ácidas? E quais são básicas? Como vocês fariam para confirmar se essas substâncias são ácidas ou básicas? Neste experimento foi utilizado como indicador o repolho roxo, vocês conhecem outros indicadores naturais diferentes? Quais?*

### Considerações finais

A proposta delineada anteriormente foi elaborada em um projeto de extensão voltado ao planejamento e aplicação de atividades investigativas na Educação Básica, e reuniu uma professora do Ensino Fundamental, licenciandos em Química, mestrands em Educação em Ciências e um professor formador do Ensino Superior. A atividade foi aplicada em três turmas no 9° ano do Fundamental, em uma única aula por turma. Os professores interessados em aplicar a proposta devem organizar a atividade para ser desenvolvida em pelo menos 2 (duas) aulas. Os materiais, questões e enfoques dados por esta proposta podem ser alterados pelos professores de acordo com seus interesses, necessidades e limitações contextuais.

**Ana Alice Nogueira Rezende** (ana.nogueira.rezende@educacao.mg.gov.br), licenciada e bacharel em Ciências Biológicas pela Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá. Atualmente é professora da Escola Estadual Coronel Casimiro Osório. Itajubá, MG – BR. **Crediana Chris de Siqueira** (credianafaria@gmail.com), licenciada em Química e mestra em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG – BR. **Davi Veloso Ribeiro** (davi\_veloso@hotmail.com), bacharel em Bioquímica pela Universidade Federal de São João Del-Rei e licenciado em Química pela Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG – BR. **Leticia Alkimin Muniz** (leticiaalkimin28@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Itajubá. Atualmente é mestranda em Educação em Ciências pela UNIFEI. Itajubá, MG – BR. **Marcela Openheimer** (marcela-openheimer@outlook.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Itajubá e mestra em Educação em Ciências pela UNIFEI. Itajubá, MG – BR. **Evandro Fortes Rozentalski** (e.rozentalski@unifei.edu.br), licenciado e bacharel em Química pela Universidade Federal do Paraná, mestre e doutor em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG – BR.

## Referências

- ANDRADE, M. L. F. e MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & Educação*, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R. e GIOVANELA, M. pH do solo: Determinação com indicadores ácido-base no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 32, p. 283-2087, 2009.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação*, n. 3, p. 579-593, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: \_\_\_\_\_. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação*. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.
- FATIBELLO-FILHO, O.; WOLF, L. D.; ASSUMPÇÃO, M. H. M. T. e LEITE, O. D. Experimento simples e rápido ilustrando a hidrólise de sais. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 30-34, 2006.
- FERREIRA, V. F. Aprendendo sobre os conceitos de ácidos e bases. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 35-36, 1996.
- GALIAZZI, M. C. e GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, n. 2, p. 326-331, 2004.
- GEPEQ. Estudando o equilíbrio ácido-base. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 32 - 33, 1995.
- GONÇALVES, F. P. e MARQUES, C. A. A circulação inter e intracoletiva de pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, n. 1, p. 181-204, 2012.
- MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. e PEDRO, R. J. Solução-tampão: uma proposta experimental usando materiais de baixo custo. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 59-62, 2004.
- OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, n. 1, p. 139-153, 2010.
- SOUZA, C. R. e SILVA, F. C. Uma sequência investigativa relacionada à discussão do conceito de ácido e base. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 276-286, 2018.

**Abstract:** An investigative proposal for the identification of acids and bases in everyday life. This work aims to present an investigative experimental activity to identify acids and bases present in daily life with purple cabbage extract. The experiment is widely known by chemistry educators. The proposal that will be outlined is distinguished from the others by being structured and developed through an investigative approach. This approach is characterized by formulating a problem from a context that must be solved by the students and is organized in moments of questioning, reflection, hypothesis testing, communication and discussion of the results, and generalization of the knowledge learned to other contexts.

**Keywords:** investigative teaching, purple cabbage indicator, acid and base.