

Uma Proposta de Aula Experimental de Química para o Ensino Básico Utilizando Bioensaios com Grãos de Feijão (*Phaseolus vulgaris*)

Genicleide L. Sousa e Anderson S. M. Simões

O objetivo deste artigo é propor uma aula experimental de química para o ensino básico com abordagem interdisciplinar, sendo possível a construção de um experimento de baixo custo e de simples execução para trabalhar os conteúdos da química de modo interdisciplinar e enfatizando os conceitos fundamentais para a inserção da educação ambiental no cotidiano dos discentes. O bioensaio desenvolvido teve como objetivo verificar a toxicidade de soluções aquosas de detergentes em diferentes concentrações, e os efeitos foram avaliados em relação à inibição da germinação do grão de feijão (*Phaseolus vulgaris*). Nos testes realizados, foram obtidos resultados similares, sendo verificado que, para todas as soluções de detergente utilizadas, houve uma inibição na germinação dos grãos de feijão, comprovando o efeito tóxico da solução-teste.

► ensino de química, educação ambiental, bioensaios de toxicidade ◀

Recebido em 29/06/2014, aceito em 30/01/2015

Os problemas ambientais têm sido amplamente discutidos nos últimos tempos pelos diversos segmentos da sociedade. A interferência humana vem causando sérios impactos ao meio ambiente, fazendo com que a poluição da água, do solo e da atmosfera seja discutida na comunidade acadêmica e na educação básica (Mozeto; Jardim, 2002).

São muitos os fatores da destruição contínua do meio ambiente, sendo de extrema importância a inserção da educação ambiental na escola tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, de modo a promover uma conscientização ambiental nos discentes (Freitas, 2009). Na realidade em que eles estão inseridos, há uma exigência para que o aluno tenha competência de avaliar, julgar e adotar uma postura pela qual seja responsável e possa ser responsabilizado (Lima, 2013).

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.

Dessa forma, a realização de aulas experimentais utilizadas na educação básica, de modo demonstrativo ou com roteiros preestabelecidos (Massena; Guzzi Filho; Sá, 2013), pode ser uma estratégia eficiente na contextualização do ensino e no desenvolvimento de um discente estimulado e preocupado com a sociedade (Guimarães, 2009).

O ensino tradicional é muito criticado por colocar o discente como sujeito passivo na aprendizagem, transformando-o em um simples receptor de informações repassadas pelo professor (Guimarães, 2009). A inserção de atividades práticas no ensino de química tenta desmistificar o ensino e ampliar o contato do estudante com os fenômenos químicos, permitindo a este a construção de seus próprios co-

nhecimentos por meio de suas próprias observações, lógicas e linguagens (Santos; Marques; Santos, 2010).

Na perspectiva de inserir essa problemática no ensino, o presente trabalho desenvolveu uma metodologia alternativa para o ensino de química na educação básica, de forma que o conteúdo da disciplina seja abordado de modo interdisciplinar, enfatizando os conceitos fundamentais para a inserção da educação ambiental no cotidiano dos discentes.

[...] o presente trabalho desenvolveu uma metodologia alternativa para o ensino de química na educação básica, de forma que o conteúdo da disciplina seja abordado de modo interdisciplinar, enfatizando os conceitos fundamentais para a inserção da educação ambiental no cotidiano dos discentes.

Segundo Matsunaga (2006), entre a educação ambiental e a química, existe uma relação intrínseca, visto que, para entender a problemática ambiental e propor soluções, precisam-se investigar as causas e a química pode ser utilizada na explicação dos danos provocados ao meio ambiente e nas tentativas de solucioná-los, considerando o ambiente da sala de aula um espaço favorável a essa conscientização.

O experimento proposto é um bioensaio utilizando grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*) como organismo-teste, e a sugestão é avaliar os efeitos tóxicos causados a estes quando expostos a soluções de detergente em diferentes concentrações.

Dessa forma, utilizar situações para análise dos impactos ambientais é uma característica da interdisciplinaridade da educação ambiental, contribuindo para o ensino e despertando nos discentes a consciência da importância da química (Vaistsman; Vaistsman, 2006).

Contaminantes ou poluidores emergentes são substâncias tóxicas cujos resultados ou a presença no ambiente são ainda pouco conhecidos. O termo emergente é relativo à aflição que essas substâncias têm ocasionado à luz dos novos saberes obtidos a respeito dos seus impactos verdadeiros e potencialidades à saúde humana e do meio ambiente (Moreira; Gonçalves, 2011).

Os possíveis contaminantes emergentes abarcam um grande número de produtos utilizados no cotidiano da sociedade, seja de aplicação doméstica ou industrial. Estudos recentes apontam preocupação para alguns tipos de contaminantes, tais como: detergentes perfluorados e produtos farmacêuticos. Apesar do conhecimento sobre os riscos que sua presença causa ao meio ambiente, ainda não existem dados satisfatórios para garantir seus impactos, apesar de alguns pesquisadores relatarem que a exposição a esses contaminantes podem promover alterações no desenvolvimento, crescimento, reprodução e conduta dos seres vivos (Barceló; López, 2007).

Os detergentes domésticos são surfactantes tensoativos, os quais são compostos que apresentam comportamento anfifílico, isto é, têm duas áreas, hidrofóbica e hidrofílica. A área hidrofóbica é formada por cadeias alquílicas ou alquilfenílicas, contendo de 10 a 18 átomos de carbono. A parte hidrofílica é composta por grupos iônicos ou não iônicos ligados à cadeia carbônica. Diante dos problemas ambientais, os tensoativos aniônicos vêm sendo um componente monitorado, principalmente o alquilbenzeno sulfonato linear (LAS), devido ao seu elevado consumo mundial (Penteado; El Seoud; Carvalho, 2006).

Para analisar os possíveis danos, são realizados ensaios de toxicidade que, segundo Azevedo e Chasin (2003 *apud* Maluf, 2008), são testes laboratoriais que analisam, sob condições específicas e controladas, os efeitos causados aos organismos-teste por meio da exposição destes às várias concentrações da substância potencialmente tóxica.

Os testes de toxicidade podem ser classificados em dois tipos: agudo ou crônico (Costa et al., 2008). Fundamentam-se na exposição de organismos-teste, por certo tempo, a

substâncias em diversas concentrações, objetivando analisar as implicações sobre comportamento, crescimento, bem como mutações ou morte (Vaz, 2004 *apud* Fantin et al., 2009). O resultado dos ensaios depende da qualidade do organismo-teste, por isso, é indicado selecionar os mais sensíveis dentro dos grupos de organismos biológicos (Fantin et al., 2009).

Entre os diversos organismos que podem ser utilizados em bioensaios, as plantas têm mostrado ótimos resultados devido à sua sensibilidade. Uma vez que são facilmente armazenadas e apresentam simplicidade no seu desenvolvimento, as sementes de plantas podem ser consideradas bons organismos-teste, tendo em vista que geralmente germinam de modo rápido, sofrendo alterações fisiológicas que as tornam bem suscetíveis a interferências ambientais (Wang; Freemark, 1995).

A utilização dos grãos de feijão fundamenta-se em estudos que destacam vantagens em utilizar as plantas como organismo-teste para bioensaios como, por exemplo, a viabilidade econômica, por serem testes de baixo custo; a facilidade de perceber como os organismos reagem aos efeitos tóxicos; e por apresentarem conexão com os bioensaios que têm animais como organismo-teste, sendo possível fundamentar os resultados de ensaios com plantas para outros seres vivos (Fiskesjö, 1985).

O experimento desenvolvido devido à simplicidade na execução torna-se uma ferramenta útil para um ensino de química interdisciplinar, considerando que a germinação do feijão está presente no cotidiano do aluno e pode ser estudada correlacionando conceitos da química e da biologia, entre outras áreas do saber.

Metodologia

• Materiais utilizados

Detergente comum; recipiente de medida com volume de 500 mL; seringa sem agulha; copos plásticos descartáveis; garrafas plásticas descartáveis; grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*); algodão; água.

• Montagem do experimento

Preparar as soluções aquosas por dissolução de detergente comum em água da torneira em cinco concentrações diferentes: 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0% (v/v). Transferir o detergente com o auxílio de uma seringa para um copo de medida e completar com água até o volume necessário à concentração desejada para solução. Acondicionar as soluções preparadas em temperatura ambiente em recipientes plásticos (garrafas plásticas descartáveis) (Figura 1a). Como solução controle negativo, utilizar água da torneira.

Rotular os copos plásticos descartáveis com a concentração da solução de detergente; colocar um chumaço de algodão comercial em cada copo; posteriormente umedecer com 3 mL da solução-teste; e semear com um grão de feijão (*Phaseolus vulgaris*). Realizar os testes em triplicata para cada concentração da solução-teste e para a solução controle negativo (água da torneira) (Figura 1b).

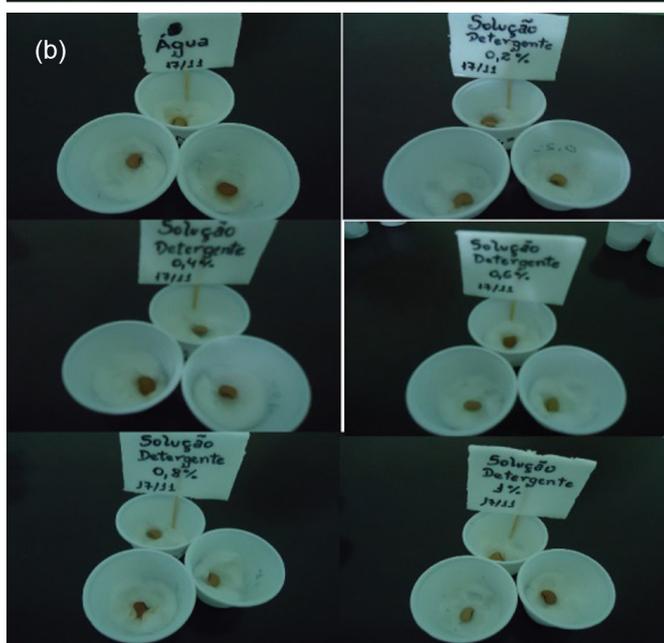


Figura 1: Montagem do experimento: (a) preparação da solução-teste; (b) semeadura dos grãos.

Manter os recipientes com grãos de feijão em local arejado, expostos à luz solar, durante um período de sete dias. Nesse período, acompanhar o desenvolvimento da germinação dos grãos e, quando necessário, umedecer o algodão com a solução-teste de forma que esteja sempre úmido e ter cuidado para não encharcá-lo. Em cada copo plástico descartável utilizado, colocar apenas um grão para evitar competição entre os grãos, já que o espaço dentro do copo é reduzido.

Resultados e discussões

Os resultados dos ensaios de toxicidade com o grão de feijão foram semelhantes na maioria dos tratamentos com a solução-teste, sendo visível o efeito tóxico da solução aquosa de detergente na germinação do grão, o que indica a toxicidade das soluções analisadas.

No 1º dia, os grãos de feijão foram embebidos e expostos à luz solar para que começasse o desenvolvimento. Ao final do 3º dia, na maior parte das amostras, houve a quebra do tegumento (casca do grão) e eclosão do grão (Figura 2a). Durante o 3º e o 5º dia, algumas amostras já exibiam as radículas, sendo que, nas amostras de soluções-teste de qualquer concentração, pôde-se observar que apresentavam indícios de toxicidade, pois na ponta de suas radículas era visível uma coloração escura (Figura 2b).

Entre o 5º e 7º dia de experimento, foi observado que os grãos de feijão, para todas as concentrações da solução-teste estudadas, tiveram suas radículas atrofiadas até chegarem à morte, sendo observada a inibição do desenvolvimento da raiz e do hipocótilo, não sendo concretizada sua germinação (Figura 3).

Apesar de os efeitos tóxicos terem sido observados para todas as concentrações analisadas, aconteceu uma situação anômala na realização do ensaio das séries de amostras da solução-teste na concentração de 0,2% e 0,4%, já que um grão de feijão não eclodiu em cada série, podendo apresentar como causa a qualidade do grão, que internamente pode apresentar alguma deficiência, impossível de ser detectada visualmente.

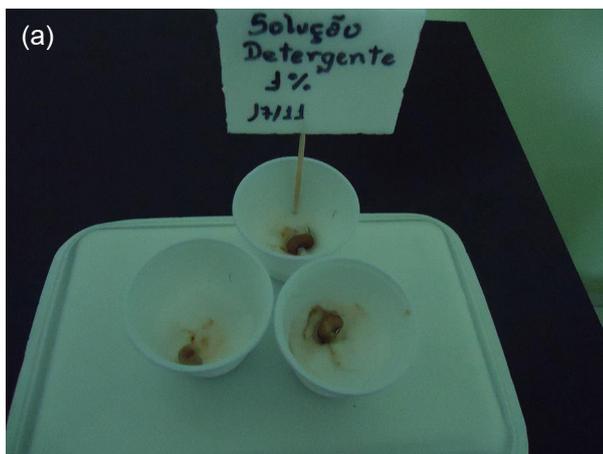


Figura 2: Etapas da germinação: (a) eclosão do grão de feijão (*Phaseolus vulgaris*) no 3º dia do experimento; (b) indícios de toxicidade nas radículas do grão de feijão (*Phaseolus vulgaris*) no 5º dia do experimento.



Figura 3: Etapas da germinação: atrofiamento e morte dos grãos no 7º dia de experimento.

Segundo Bewley e Black (1994 *apud* Fantin; Perez, 2004), a etapa inicial da germinação ocorre com a embebição da semente. Tal etapa está relacionada com a característica química do grão, com as propriedades do tegumento, com as condições de temperatura a que está submetido e com a qualidade da água.

O detergente utilizado é composto pelo tensoativo aniônico LAS, que é constituído de homólogos e isômeros de posição de cadeias alquiladas lineares, variando de C₁₀ a C₁₆ com predominância de C₁₀ a C₁₃ (Figura 4), apresentando uma estrutura que pode afetar a biodegradação de LAS (Penteado; El Seoud; Carvalho, 2006).

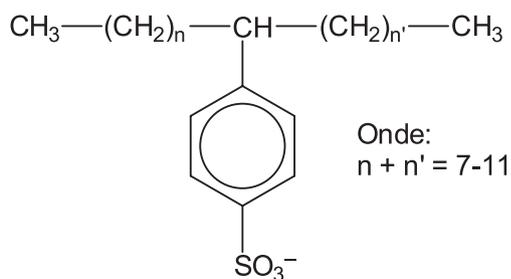


Figura 4: Estrutura molecular do LAS.

Dessa forma, os detergentes domésticos possuem esses compostos que, ao entrar em contato com a radícula, diminui a capacidade de absorção de nutrientes a partir das raízes, afetando o desenvolvimento normal da planta. A presença de fosfatos e nitratos nos detergentes pode ser fator que afeta a germinação do grão, considerando que, em excesso, estes podem ser tóxicos.

No tratamento dos grãos com a água da torneira como solução controle, foi verificado que os grãos utilizados

em todos os experimentos germinaram completamente (Figura 5).



Figura 5: Germinação do grão de feijão (*Phaseolus vulgaris*) com água de torneira como solução controle.

Conclusões

Os resultados obtidos no bioensaio com grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*) possibilitaram verificar os efeitos tóxicos que o detergente pode causar aos seres vivos e, apesar de ser um teste com materiais alternativos, mostrou-se adequado para a avaliação da toxicidade da amostra estudada.

Incorporando os conceitos de química e situações do cotidiano, é possível elaborar experimentos didáticos relevantes e interdisciplinares, sem ser necessário o uso de laboratórios e vidrarias, apenas utilizando materiais encontrados na residência do discente.

A partir da metodologia desenvolvida, foi possível produzir um roteiro para uma aula prática que poderá ser utilizada no ensino médio e/ou fundamental e que contribuirá para os discentes com os conhecimentos sobre o impacto da poluição ao meio ambiente, com a construção de uma consciência para a educação ambiental e correlacionando conceitos da química e da biologia.

Genicleide Limeira de Sousa (genicleide2@hotmail.com), graduada em licenciatura em Química (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB), é assistente em Administração do IFPB, Sousa, PB – BR. **Anderson Savio de Medeiros Simões** (anderson_savio@hotmail.com), graduado em Farmácia e Química (Universidade Federal da Paraíba – UFP), mestre e doutor em Química (UFP), é professor adjunto nível I da Faculdade Anglo Americano JP e professor efetivo nível D do IFPB, Sousa, PB – BR.

Referências

- BARCELÓ, D.; LÓPEZ, M.J. Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. *Panel Científico-Técnico de seguimiento de la política de aguas*. Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC, 2007.
- FANTI, S.C.; PEREZ, J.G.A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, p. 903-909, 2004.
- COSTA, C.R. et al. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *Química Nova*, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.
- FANTIN, A.C.M.; FREITAS, D.P.C.; FAGNANI, G.F.; LAPA,

T.C.M.A. Teste de sensibilidade em sementes de rúcula (*Eruca sativa*) e alface (*Lactuca sp*) em contato com diferentes concentrações do pesticida glifosato. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE DA AUGM, 6., 2009, São Carlos. *Anais...* Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A3-050.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2013.

FISKESJÖ, G. The Allium test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*, v. 102, n. 1, p. 99-112, 1985.

FREITAS, G.P. *Poluição dos solos na educação ambiental como tema transversal no ensino de química*. 2009. 39 p. Monografia (Graduação) - Licenciatura Plena em Química, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

LIMA, J.O.G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do ensino de química no Brasil. *Revista Espaço Acadêmico*, UEM, v. 12, p. 71-79, 2013.

MALUF, C. *Avaliação toxicológica da água do córrego da subbacia da UFSC utilizando Daphnia magna como organismos-teste*. 2008. 61 p. Monografia (Graduação) – Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MASSENA, E.P.; GUZZI FILHO, N.J.; SA, L.P. Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores. *Química Nova*, v. 36, n. 7, p. 1066-1072, 2013.

MATSUNAGA, R.T. *Educação ambiental no ensino de química: criando trilhas em uma escola pública do DF*. 2006. 184 p. Dissertação (Mestrado) - Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MOREIRA, J.C.; GONÇALVES, E.S. *Contaminantes emergentes*. 2011. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/rqi/2013/738/RQI-738-pagina4-Contaminantes-Emergentes.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

MOZETO, A.A.; JARDIM, W.F. A química ambiental no Brasil. *Química Nova*, v. 25, Supl.1, p. 7-11, 2002.

PENTEADO, J.C.P.; EL SEOUD, O.A.; CARVALHO, L.R.F. Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica. *Química Nova*, v. 29, n. 5, p. 1038-1046, 2006.

SANTOS, W.F.; MARQUES, D.I.D.; SANTOS, M.S.F. Formação continuada de professores de química: práticas experimentais e jogos lúdicos como alternativa metodológicas. In: ENCONTRO DE EXTANSÃO DA UFPB, 12., 2010. *Anais...* Bananeiras: UFPB, 2010.

VAITSMAN, E.P.; VAITSMAN, D.S. *Química & meio ambiente: ensino contextualizado*. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

WANG, W.; FREEMARK, K. The use of plants for environmental monitoring and assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 30, p. 289-301, 1995.

Abstract: *A Proposal of Experimental Chemistry Class for Basic Education Using Bioassays with Grains of Bean (Phaseolus vulgaris)*. The purpose of this article is to propose an experimental class of chemistry to basic education, with an interdisciplinary approach, making it possible to build a low-cost experiment and simple execution, to work the Chemical content in an interdisciplinary mode, emphasizing the fundamental concepts for the integration of environmental education in the daily life of the students. The bioassay developed aimed to verify the toxicity of aqueous solutions of detergents in different concentrations and effects were assessed in relation to the inhibition of the germination of bean (*Phaseolus vulgaris*). In tests conducted similar results were obtained, it was verified that for all detergent solutions used, there was an inhibition on the germination of the grains of beans proving the toxic effect of test solution.

Keywords: Teaching of Chemistry; Environmental Education; Toxicity bioassays.