

Atividades lúdicas e investigativas sobre fraude no leite para o ensino de Química e reflexão moral

Mariana Souza Leal, Gabriel Martins Viegas, Érica Barbosa de Sousa, Danielle Barbosa Rocha Madureira, José Geraldo Rocha Junior e Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha



Este trabalho apresenta as atividades lúdicas realizadas em um projeto de extensão universitária que tiveram como objetivo despertar o interesse de estudantes do Ensino Fundamental e Médio pela Química, apresentando-a como uma ciência investigativa e promovendo uma reflexão moral sobre a honestidade. Durante as atividades, houve a contextualização lúdica dos experimentos de Química por meio da contação da história interativa “Os Três Irmãos Fazendeiros” elaborada pela equipe, na qual os próprios estudantes foram os personagens da história (cientistas) recebendo a tarefa de descobrir qual dos três irmãos era honesto. As atividades experimentais realizadas tiveram como objetivo detectar a adulteração do leite pela adição de água, mascarada pela adição de cloreto de sódio ou amido. Os estudantes puderam se familiarizar com conceitos de densidade e reações químicas, manuseando um lactodensímetro e visualizando a mudança da cor do leite adulterado com o amido e com o cloreto de sódio, após sofrer a adição de lugol e nitrato de prata, respectivamente. Além disso, os estudantes puderam conhecer algumas das vidrarias comumente usadas em um laboratório de química.

► história interativa, fraude no leite, química investigativa, adulteração ◀

Recebido em 09/06/2024; aceito em 29/08/2024

611

Introdução

O leite é um dos alimentos mais fraudados em todo o mundo, perdendo apenas para o óleo de oliva (Moore *et al.*, 2012). Em uma pesquisa realizada por Souza e colaboradores (2011), 100 amostras de leite processado em temperatura ultra-alta (UHT), em usinas industriais localizadas em seis diferentes estados do Brasil, foram analisadas e todas apresentaram algum tipo de adulteração (Souza *et al.*, 2011).

Este assunto é preocupante e desperta o interesse de todos os consumidores. Por isso, a temática “Fraude no Leite” foi utilizada para despertar o interesse de estudantes do Ensino Fundamental e Médio pela Química como uma ciência investigativa. Para muitos estudantes, o ensino de Química não passa de teorias e se limita, em sua maior parte, a um

processo de memorização de vocábulos, de sistemas classificatórios e de fórmulas, de modo que os estudantes, apesar de aprenderem os termos científicos, não se tornam capazes de aprender o significado de sua linguagem.

Nesse contexto, este trabalho relata um conjunto de atividades que foram desenvolvidas como extensão universitária e aplicadas em sala de aula com o objetivo de apresentar a Química de forma lúdica por meio de uma história interativa e experimentos investigativos.

Segundo Felício e Soares (2018) e Soares e Mesquita (2021), o lúdico compreende uma grande família que engloba todo o processo divertido e prazeroso envolvendo os jogos, as atividades lúdicas, os brinquedos e as brincadeiras. Para Soares (2016) todos estes termos são perfeitamente aceitáveis em um único vocábulo: *jogo*.

[...] a temática “Fraude no Leite” foi utilizada para despertar o interesse de estudantes do Ensino Fundamental e Médio pela Química como uma ciência investigativa. Para muitos estudantes, o ensino de Química não passa de teorias e se limita, em sua maior parte, a um processo de memorização de vocábulos, de sistemas classificatórios e de fórmulas, de modo que os estudantes, apesar de aprenderem os termos científicos, não se tornam capazes de aprender o significado de sua linguagem.



Soares (2015) sugere que, no caso da Química, a discussão restrita a seus conceitos submicroscópicos e abstratos, além de não ter caráter lúdico, a tem tornado difícil de se aprender e ensinar. Com o intuito de se contornar essa situação, observa-se que, desde 2008, tem se intensificado o desenvolvimento de atividades lúdicas voltadas para o processo de ensino e aprendizagem de Química, culminando no aumento da produção e a divulgação de conhecimentos acerca de tal temática (Soares, 2016).

Nesse sentido, o presente trabalho descreve o desenvolvimento de um jogo educativo formal (JEF), pois possui uma finalidade pedagógica definida e restrita, contribuindo para a construção de conhecimentos do currículo escolar. A finalidade pedagógica deste trabalho consistiu em familiarizar os estudantes do Ensino Fundamental e Médio com os conceitos de densidade e reações químicas. Na categoria de JEF, pode se enquadrar a atividade realizada na subcategoria de jogo pedagógico por estimular a capacidade de autorreflexão dos estudantes e poder ser utilizado sem que o professor tenha discutido o referido conceito anteriormente (Cleophas *et al.*, 2018).

Metodologia

As atividades foram realizadas no âmbito de um projeto de extensão universitária e teve como público-alvo estudantes do Ensino Fundamental e Médio de escolas públicas no interior do Estado do Rio de Janeiro. A equipe executora contou com docentes da área da Química Analítica e discentes da graduação e pós-graduação em Química. As atividades foram realizadas em quatro etapas: (i) realização de experimentos demonstrativos; (ii) contação da história “Os Três Irmãos Fazendeiros”; (iii) realização de experimentos investigativos e (iv) aplicação de questionário. Para o Ensino Fundamental houve, adicionalmente, uma etapa preliminar a estas atividades: a leitura em voz alta do livro *O Pote Vazio* (Demi, 2011), que aborda a temática da honestidade.

Etapa 1: experimentos demonstrativos

O primeiro experimento envolveu a pesagem de alíquotas idênticas de água e de leite UHT para apresentar o conceito de densidade, através das seguintes etapas: (i) em um béquer tarado em uma balança, foram adicionados 50 mL de água destilada; (ii) a massa da água obtida na pesagem foi comunicada aos estudantes; (iii) os estudantes foram questionados se o mesmo volume de leite teria uma massa maior, igual ou menor que a da água, e lhes foi solicitado que justificassem suas respostas; (iv) após a pesagem de 50 mL de leite, foi demonstrado que essa amostra apresenta uma massa maior do que da água, ou seja, o leite possui uma densidade maior.

Após demonstrado e discutido o conceito de densidade com os estudantes, os experimentos demonstrativos foram

conduzidos da seguinte forma: (i) um lactodensímetro foi apresentado à turma e, em seguida, mergulhado em uma proveta previamente preenchida com 250 mL de leite UHT; (ii) foi comunicada aos estudantes a densidade do leite medida pelo lactodensímetro, em graus Quevenne ($^{\circ}Q$), corrigida para a temperatura de 15 $^{\circ}C$; (iii) aos 250 mL de leite foram adicionados 50 mL de água destilada e foi questionado aos estudantes se a densidade iria aumentar, permanecer a mesma ou diminuir; (iv) o lactodensímetro foi mergulhado no leite diluído para a medição de sua densidade e os estudantes puderam notar que a densidade diminuiu.

Em seguida, foi comunicado aos estudantes que a medição da densidade é uma forma de se detectar a adulteração do leite por diluição. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA) estipula que a densidade ideal do leite bovino, a 15 $^{\circ}C$, deve ficar entre 1,023 e 1,040 g/mL, o que corresponde a 23 e 40 $^{\circ}Q$, respectivamente.

Os estudantes foram informados que a adulteração do leite devido à adição de água normalmente é mascarada pela indústria após sofrer a adição de cloreto de sódio ou de amido. Portanto, um novo experimento demonstrativo foi conduzido a fim de se demonstrar o mascaramento desse

tipo de fraude: (i) ao leite diluído presente na proveta foram adicionados 2,5 g de cloreto de sódio; (ii) após homogeneização com bastão de vidro, o lactodensímetro foi novamente inserido na solução; (iii) a leitura da densidade foi comunicada à turma de estudantes demonstrando, assim, a reconstituição da densidade do leite UHT e o mascaramento da diluição.

Os conceitos abordados nos experimentos demonstrativos são importantes para uma boa compreensão da história “Os Três Irmãos Fazendeiros”.

Etapa 2: contação da história “Os Três Irmãos Fazendeiros”

Um membro da equipe contou aos estudantes a seguinte história: “Era uma vez três irmãos fazendeiros: Antônio, Bento e Carlos. Eles eram trigêmeos e, por isso, muito parecidos entre si (Figura 1A). Porém, em um aspecto eles eram muito diferentes: um era honesto enquanto os outros dois eram desonestos. Cada um deles tinha sua própria fazenda, na qual ordenhavam suas vacas e, depois, vendiam o leite na feira da cidade. Contudo, dois dos irmãos diluíam o leite antes de vendê-lo, visando maximizar seus lucros de forma desonesta. Certo dia, um inspetor de qualidade (no Ensino Fundamental, o inspetor foi chamado de Sr. Densímetro) passou pela feira portando um lactodensímetro para avaliar a qualidade do leite que estava sendo comercializado pelos produtores da região (Figura 1B). O inspetor descobriu que os dois irmãos estavam fraudando o leite por meio da diluição e os avisou que receberiam uma multa por isso. No entanto, os dois irmãos não aprenderam a lição, pois se achavam muito espertos e logo pensaram numa forma de mascarar a

[...] a medição da densidade é uma forma de se detectar a adulteração do leite por diluição. A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA) estipula que a densidade ideal do leite bovino, a 15 $^{\circ}C$, deve ficar entre 1,023 e 1,040 g/mL, o que corresponde a 23 e 40 $^{\circ}Q$, respectivamente.

fraude. Um deles passou a adicionar sal de cozinha ao leite diluído e o outro passou a adicionar amido para restaurar a densidade original do leite. Numa segunda visita do inspetor de qualidade à feira, uma amostra do leite comercializado pelos três irmãos fazendeiros foi enviada para um grupo de cientistas a fim de se detectar possíveis fraudes (Figura 1C). O que vocês acham que os cientistas descobriram?"

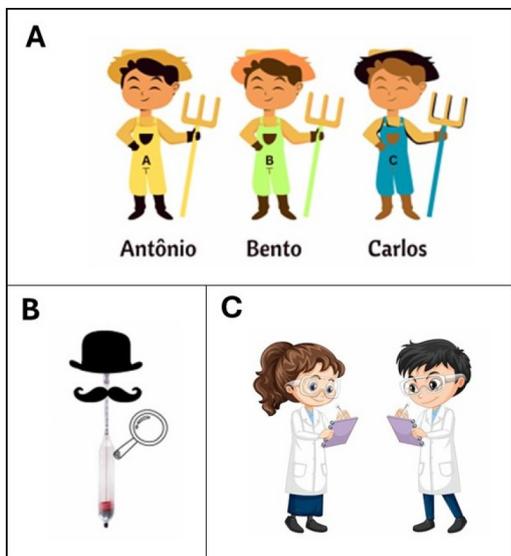


Figura 1: Personagens da história. (A) Os três irmãos fazendeiros. (B) Sr. Densímetro. (C) Os cientistas. As figuras dos personagens foram apresentadas para as crianças do Ensino Fundamental durante a contação da história.

Nesse momento da história, um membro da equipe comunicou que os cientistas da história seriam os próprios estudantes. Sendo assim, foram distribuídas 3 amostras de leite identificadas como Leite A, Leite B e Leite C, correspondendo aos fazendeiros Antônio, Bento e Carlos, respectivamente, juntamente com um kit contendo os materiais para a realização do experimento. Com o apoio de um tutor, os estudantes realizaram os experimentos a fim de identificar a presença de NaCl e amido nas amostras analisadas e descobrir qual fazendeiro era honesto e quais eram desonestos, bem como o meio empregado para mascarar a adulteração.

Etapa 3: experimentos investigativos

Os métodos para determinação de amido e cloreto utilizados nesta etapa foram adaptados dos *Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal* do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA,2022).

Para a determinação de amido nas amostras de leite, o seguinte procedimento foi realizado pelos estudantes, sob a supervisão de um tutor: (i) transferência de 2,0 mL de amostra de leite UHT, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, para um tubo de ensaio; (ii) adição de 2 gotas de solução de lugol (solução aquosa de iodo e iodeto de potássio); (iii) agitação do tubo de ensaio; (iv) observação da coloração da solução. A presença de amido no leite é detectada pelo surgimento de uma coloração azul-escuro devido à formação do complexo amido-iodo. Se o amido não estiver presente,

a solução adquire a coloração amarelada característica da solução de lugol. Esse procedimento foi realizado para as amostras de leite A, B e C (Figura 2).

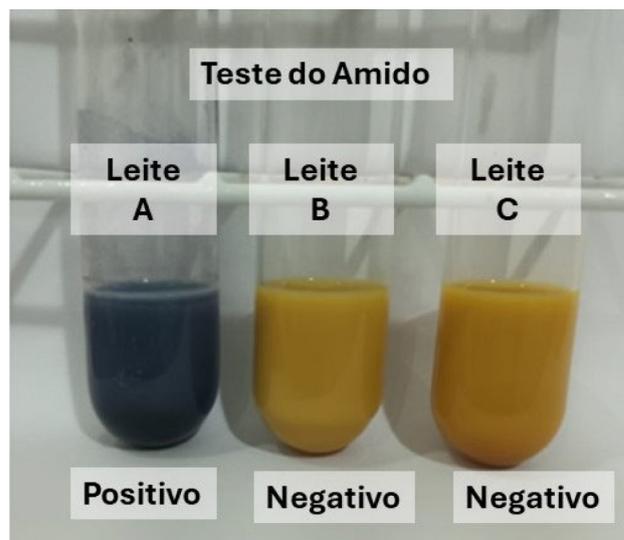
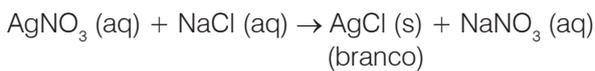


Figura 2: Determinação de amido nas amostras de leite A, B e C.

A detecção do amido no leite se deve à adsorção do iodo (na forma de tri-iodeto) à amilose, formando um complexo de coloração azul. O amido é formado por dois polímeros diferentes, a amilose (10-20%) e a amilopectina. (80-90%). O aquecimento promove a abertura da cadeia helicoidal da molécula de amido, permitindo a adsorção do iodo ao amido (MAPA,2022). Esta etapa de aquecimento para a abertura da cadeia helicoidal da molécula de amido foi realizada pela equipe durante o preparo dos kits.

Com o auxílio de um tutor, o seguinte procedimento foi realizado pelos estudantes para a detecção de NaCl nas amostras de leite: (i) transferência de 2,0 mL da amostra de leite UHT, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, para um tubo de ensaio; (ii) adição de 20 gotas de nitrato de prata (AgNO_3) 0,1 mol L⁻¹; (iii) adição de 2 gotas de cromato de potássio (K_2CrO_4) 5% m/v; (iv) agitação do tubo de ensaio; (iv) observação da coloração da solução. Na presença de NaCl, a adição do cromato de potássio produz coloração amarela no leite (cor característica do cromato de potássio). Na ausência de NaCl, o leite adquire a coloração vermelho-tijolo, característica da formação do Ag_2CrO_4 . Esse procedimento foi realizado para as amostras de leite A, B e C (Figura 3).

A detecção de íons cloreto fundamenta-se na reação de precipitação do nitrato de prata com o cloreto de sódio e com o cromato de potássio. O cloreto de sódio (usado para mascarar a adulteração do leite) reage com o nitrato de prata formando cloreto de prata, um precipitado branco.



Como o nitrato de prata é consumido nessa reação, a adição da solução amarela de cromato de potássio apenas torna o leite amarelado. Quando o leite não sofre a adição

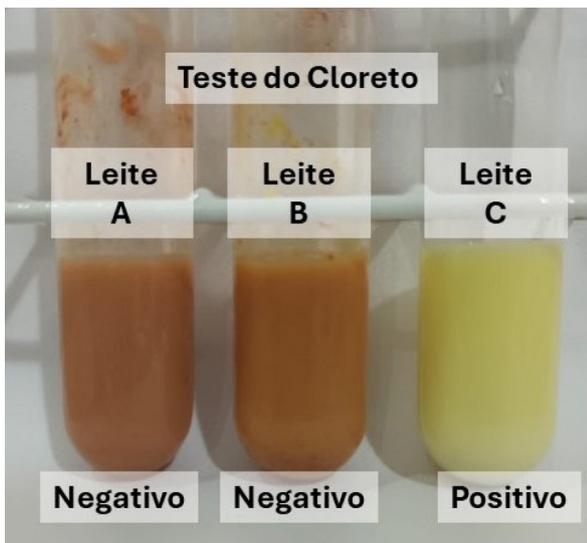
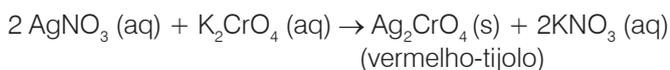


Figura 3: Determinação de íons cloreto nas amostras de leite A, B e C.

de cloreto de sódio, o nitrato de prata reage com o cromato de potássio, formando o cromato de prata, um precipitado de coloração vermelho-tijolo.



614

Vale ressaltar que o leite comercial pode conter uma pequena quantidade de cloreto de sódio (até 0,1% m/v), mesmo sem sofrer adulteração. Porém, essa quantidade é insuficiente para evitar a precipitação do cromato de prata e, por isso, não interfere nas análises. O teste é qualitativo e o resultado é expresso como positivo ou negativo. O resultado é positivo com o aparecimento da coloração amarela, característica do indicador, e negativo com o aparecimento do precipitado vermelho tijolo (MAPA,2022).

A realização desses experimentos variou de acordo com a faixa etária dos alunos e o número de estudantes envolvidos. Em geral, as turmas de Ensino Médio reuniam entre 30 e 40 estudantes e, por isso, foram divididas em grupos de 5 a 6 integrantes. Um tutor ficou responsável por orientar a execução dos experimentos em cada grupo. Cada grupo recebeu uma maleta (kit experimental) contendo os seguintes itens: 1 estante para tubos; 6 tubos de ensaio; 3 pipetas de Pasteur graduadas; 3 frascos conta-gotas contendo, separadamente, as soluções de lugol, AgNO_3 0,1 mol L^{-1} e K_2CrO_4 5% m/v; amostra do Leite A (adulterada com amido); amostra do Leite B (sem adulteração); e amostra do Leite C (adulterada com NaCl) (Figura 4). Também foi entregue para cada grupo um roteiro experimental.

Em relação às turmas de Ensino Fundamental, foram montados no pátio da escola quatro cenários com mesas, sendo um para a realização dos experimentos demonstrativos e contação da história e os outros três representando as fazendas dos Srs. Antônio, Bento e Carlos. As crianças, em grupos de 5 integrantes, eram convidadas a visitarem as fazendas e realizarem os experimentos no local, com o auxílio de um tutor.



Figura 4: Kit experimental disponibilizado para os estudantes.

Em cada cenário de fazenda havia um roteiro experimental ilustrado a ser seguido. Assim, as crianças puderam visitar as fazendas do Sr. Antônio, do Sr. Bento e do Sr. Carlos nas quais analisaram as amostras de leite A, B e C, respectivamente, e descobriram que o Sr. Bento era o fazendeiro honesto.

Etapa 4: aplicação do questionário

Com o objetivo de se obter um retorno dos estudantes sobre as atividades realizadas, foi aplicado nas turmas de Ensino Médio, o seguinte questionário:

1. A fraude alimentar se origina por qual motivo?
 - A) Desejo por obter lucros desonestos.
 - B) Por variações ocorridas durante a armazenagem dos alimentos.
2. O que ocorre com a densidade do leite quando ele é diluído com água?
 - A) Diminui.
 - B) Aumenta.
3. No experimento demonstrativo, o que ocorreu com o leite diluído após a adição de amido ou cloreto de sódio?
 - A) A densidade diminuiu.
 - B) A densidade aumentou.
4. Das atividades realizadas, qual parte você mais gostou?

Para a obtenção das respostas dos estudantes do Ensino Fundamental, um membro da equipe ficou responsável por anotar as observações e diálogos espontâneos das crianças durante a execução das atividades. Além disso, os membros da equipe realizaram perguntas orais às crianças durante a execução das atividades do projeto.

Leitura em voz alta

No pátio da escola foi criado um “Cantinho da Leitura”, onde um membro da equipe leu em voz alta o livro *O Pote Vazio*, de Demi, criando assim uma situação lúdica, conforme sugerido por Soares (2015). A leitura foi realizada de forma prazerosa e divertida, dando ao aluno total liberdade para opinar e mostrar sua criatividade ao tentar solucionar

a problemática narrada ao longo da história. Dessa forma, conforme sugerido por Cavalcanti (2018), buscou-se tornar a situação lúdica uma ferramenta capaz de avaliar o nível de compreensão das crianças acerca da honestidade.

A história do livro acontece na China Antiga e transmite uma poderosa lição sobre honestidade. O enredo faz as crianças refletirem sobre a importância de dizer a verdade e os impactos da fraude, destacando o valor de ser verdadeiro em todas as situações.

Resultados e discussão

Durante o ano de 2023, o projeto foi realizado em várias escolas de Ensino Médio de Seropédica-RJ e de Ensino Fundamental de Tanguá-RJ, além de ser apresentado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em eventos abertos à comunidade local, alcançando um total de 225 participantes.

Experimentos demonstrativos

A maioria dos estudantes do Ensino Fundamental não estavam familiarizados com o conceito de densidade e puderam, pela primeira vez, entender o seu significado por meio dos experimentos demonstrativos. Observou-se um grande entusiasmo e curiosidade entre as crianças do Ensino Fundamental quando os materiais para os experimentos demonstrativos estavam sendo apresentados. Nesse momento, uma criança, ao ouvir a palavra béquer, afirmou ter se lembrado da palavra “backing vocal”, e um membro da equipe falou que as duas palavras se pareciam, apesar dos significados serem bem diferentes. Outras crianças quiseram manifestar o interesse em ser um(a) cientista quando crescer. Muitas delas pediram para usar a balança e tocar nos itens que estavam sobre a mesa. No entanto, quando o projeto foi levado aos estudantes do Ensino Médio, não houve o mesmo comportamento diante dos materiais de laboratório apresentados. Essas observações alinham-se com as ideias de Brougère (2010): segundo esse autor, uma das formas de compreender o jogo é denominada como jogo material, no qual a criança percebe o jogo como um brinquedo que pode ser manipulado livremente, enquanto os adultos tratam o jogo material como aquele que está restrito a um sistema de regras.

Na realização dos experimentos demonstrativos no Ensino Médio, observou-se que os estudantes responderam de forma assertiva quando interrogados acerca de qual líquido (leite ou água) seria mais denso, apesar de não saberem justificar. Neste momento foi possível abordar a expressão matemática para o cálculo da densidade que define o seu conceito (relação massa/volume) e quais substâncias estão presentes no leite, como proteínas e gorduras, que justificam a maior densidade do leite em relação à água. Assim, através

dos experimentos demonstrativos, os estudantes puderam conhecer na prática o efeito da diluição na densidade do leite e a reconstituição da densidade do leite diluído por meio da adição de um soluto (como o NaCl ou o amido), verificados por um lactodensímetro.

Contação da história “Os Três Irmãos Fazendeiros”

Durante a contação da história, observou-se que os estudantes foram receptivos e mantiveram uma boa concentração. Como a história não é longa, tanto os estudantes do Ensino Fundamental quanto os do Ensino Médio conseguiram acompanhar sem perder o foco.

Para o Ensino Fundamental, foram utilizados recursos visuais contendo imagens dos personagens, para melhor acompanhamento e compreensão da história. O fato de os irmãos fazendeiros serem trigêmeos permitiu ao narrador instigar as crianças a observarem os desenhos e identificarem semelhanças e diferenças entre os personagens. Dessa forma, o narrador pôde contar que havia algo muito diferente entre eles, algo que os olhos humanos não eram capazes de ver: o coração. A partir disto, o narrador explicou que um dos fazendeiros era honesto, enquanto os outros dois eram desonestos.

Para atrair a atenção dos estudantes, o narrador contou que, por meio da Química, era possível descobrir qual fazendeiro era honesto e quais eram desonestos. Ao final da narração, os estudantes se mostraram entusiasmados ao saber que eles mesmos seriam os cientistas da história, responsáveis por analisar as amostras de leite dos três irmãos.

Dessa forma, esta etapa do projeto culminou com um jogo de faz de conta no qual os próprios estudantes se tornaram os cientistas da história, responsáveis por realizar o desfecho da narrativa por meio de experimentos investigativos. Segundo Caillois (2017), esse tipo de jogo se enquadra na categoria *mimicry*, na qual o jogador torna a si mesmo um personagem ilusório e se conduz de acordo com esse jogo.

Experimentos investigativos

A experimentação realizada nessa etapa foi facilmente exequível e apresentou simplicidade adequada para ser realizada nas escolas. Com a orientação de um tutor em cada grupo, todos os estudantes puderam participar ativamente da execução dos experimentos (Figura 5). A metodologia experimental empregada é adaptável a pessoas de diferentes idades, bem como a diversos climas e locais. Os resultados, tanto positivos quanto negativos, no que diz respeito à fraude no leite, foram observados com clareza nos ensaios qualitativos.

Os experimentos propostos despertaram o interesse e a curiosidade científica nos estudantes. Durante a execução

Para o Ensino Fundamental, foram utilizados recursos visuais contendo imagens dos personagens, para melhor acompanhamento e compreensão da história. O fato de os irmãos fazendeiros serem trigêmeos permitiu ao narrador instigar as crianças a observarem os desenhos e identificarem semelhanças e diferenças entre os personagens.



Figura 5: Experimentos investigativos sendo realizado por um grupo de estudantes do Ensino Fundamental e Médio, respectivamente.

dos experimentos, alguns estudantes demonstraram um interesse especial em compreender os fenômenos químicos relacionados às mudanças de cores. Além disso, diversos estudantes expressaram interesse em seguir carreiras em áreas relacionadas à química. Esta observação está de acordo com a ideia sugerida por Chateau (1987), de que o mundo do jogo é uma antecipação do mundo das ocupações sérias e pode ser concebido como um artifício que conduz à vida real. Segundo Chateau (1987), será por meio do jogo que a criança conquistará sua autonomia, personalidade e esquemas práticos necessários à vida adulta.

616

Avaliação do impacto do projeto

De acordo com os relatos dos estudantes do Ensino Médio nos questionários, a mudança de coloração observada durante a experimentação foi a parte mais interessante das atividades apresentadas. Em alguns grupos, os estudantes quiseram repetir os experimentos para observarem novamente a mudança de coloração. Durante a experimentação no Ensino Fundamental, um estudante quis misturar todas as soluções (dos dois experimentos) para observar a coloração resultante. Esses relatos demonstram que a ludicidade realmente esteve presente nas atividades propostas. Segundo Cleophas *et al.* (2020), a ludicidade é a capacidade de se construir, em um contexto de ensino, espaços permeados pela alegria, diversão, criatividade e liberdade, bem como favorecer a exploração e a motivação pela aprendizagem.

Em relação às perguntas envolvendo questões objetivas realizadas entre os estudantes do Ensino Médio, observou-se que a maioria das respostas foi assertiva. Para a primeira, segunda e terceira perguntas o acerto foi de 98,7%, 92,4% e 91,1%, respectivamente, o que demonstra que as atividades foram eficazes para agregar conhecimento aos estudantes. Segundo Cunha (2012), um dos principais erros na utilização do jogo educativo no Ensino de Química é o desequilíbrio entre suas funções lúdica e educativa. No entanto, o alto índice de acerto nos questionários avaliativos por parte dos estudantes demonstra que as atividades lúdicas propostas neste trabalho também foram eficientes em sua função educativa.

Durante a leitura em voz alta do livro *O pote vazio* para alunos do Ensino Fundamental, uma criança, sensibilizada

pela narrativa, propôs a fraude para favorecer o personagem principal da história. Essa manifestação espontânea revela que a inclinação para fraudar é algo inerente ao ser humano, que, ao buscar soluções para seus próprios problemas ou de outros, pode acabar ultrapassando limites éticos. Assim, a leitura do livro foi fundamental para ilustrar os desafios de ser honesto, destacando a necessidade de coragem e determinação. Além disso, observou-se que o ludismo esteve presente nessa atividade por motivar o posicionamento voluntário dos estudantes diante da sociedade, criando uma relação de compromisso com os personagens da história de forma divertida e prazerosa e, indiretamente, com sua própria educação, conforme observado por Soares (2015). Essa situação lúdica também se apresentou como um instrumento avaliativo, segundo sugere Cavalcanti (2018), na qual foi possível trabalhar de forma lúdica o erro do aluno que propôs a fraude para solucionar o problema do personagem principal da história, sem pressão para o aluno e sem opressão por parte de colegas e professores. Foi possível usar essa situação lúdica para trazer uma resposta ao professor acerca de qual nível de profundidade a turma estava em relação à temática da honestidade e identificar falhas conceituais, segundo proposto por Cavalcanti (2018).

A receptividade ao projeto demonstrada pela direção e pelos professores das escolas atendidas foi marcada por grande entusiasmo, evidenciando a carência e a importância da extensão universitária no ambiente escolar. Em uma das escolas, a diretora presenteou cada membro da equipe com um brinde especial: uma caneca personalizada com desenhos feitos por algumas das crianças, inspiradas pelo tema do projeto.

Conclusão

As atividades lúdicas e experimentais desenvolvidas neste trabalho se mostraram adequadas para serem realizadas no Ensino Fundamental e Médio para despertar o interesse dos estudantes pela Química. Ao apresentar a Química como uma ciência investigativa e ao promover uma reflexão sobre a honestidade, as atividades realizadas não apenas estimularam o aprendizado dos conceitos químicos, como também incentivaram o desenvolvimento de valores éticos. A história

interativa “Os Três Irmãos Fazendeiros”, juntamente com o jogo de faz de contas proposto no final, representam um diferencial do presente trabalho em relação a outros trabalhos já publicados na literatura envolvendo o uso de análise de leite no contexto de Ensino de Química. As atividades lúdicas proporcionaram aos estudantes uma experiência mais divertida e prazerosa, nas quais puderam se envolver ativamente na resolução de um problema, exercitando suas habilidades de investigação e análise crítica.

Mariana Souza Leal (marianasleal@ufrj.br) é graduanda em Química Industrial, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica-

RJ. **Gabriel Martins Viegas** (gabriel.mviegas@hotmail.com) é mestre em Química e doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPGQ/UFRRJ), Seropédica-RJ. **Érica Barbosa de Sousa** (ericabsousa90@gmail.com) é doutora em Química e pós-doutoranda no departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRRJ), Seropédica-RJ. **Danielle Barbosa Rocha Madureira** (danielle.b.r.madu@gmail.com) é licenciada em Pedagogia e pós-graduada em Gestão Escolar: Administração, Supervisão e Orientação. Tutora em educação a distância e docência do ensino superior na Faculdade Prominas. Atualmente é professora do Colégio Iasmim Gonzaga Arantes, Tanguá - RJ. **José Geraldo Rocha Junior** (geraldorocha@ufrj.br) é doutor em Química. Atualmente é professor do departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRRJ), Seropédica-RJ. **Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha** (sheisi@msn.com) é doutora em Química. Atualmente é professora do departamento de Química Analítica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DQA/UFRRJ), Seropédica-RJ.

Referências

BROUGÈRE, G. *Brinquedo e Cultura*. São Paulo: Cortez, 2010.

CAILLOIS, R. *Os Jogos e os Homens: a Máscara e a Vertigem*. Petrópolis: Vozes, 2017.

CAVALCANTI, E. L. D. *Role Playing Game e Ensino de Química*. Curitiba: Appris, 2018.

CHATEAU, J. *O Jogo e a Criança*. São Paulo: Summus, 1987.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D. e SOARES, M. H. F. B. Afinal de Contas, é Jogo Educativo, Didático ou Pedagógico no Ensino de Química/Ciências? Colocando os Pingos nos “is”. In: CLEOPHAS, M. G. e SOARES, M. H. F. B. (Org). *Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

CLEOPHAS, M. G.; SILVA, J. R. R. T. e CAVALCANTI, E. L. D. Gamificação como Alternativa de Apresentações Oraís em Eventos de Ensino de Ciências: Relato de Experiência. *Revista Ciências & Ideias*, v. 11, n. 1, p. 261-281, 2020.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: contribuições teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DEMI, C. D. H. *O Pote Vazio*. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Agronegócio do Leite – Pré-Produção – Testes de Qualidade – Densidade Relativa*. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/testes-de-qualidade/densidade-relativa, acesso em jun. 2024.

FELÍCIO, C. M. e SOARES, M. H. F. B. Da Intencionalidade à

Responsabilidade Lúdica: novos termos para uma reflexão sobre o uso de jogos no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, p. 160-168, 2018.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - Secretaria de Defesa Agropecuária. *Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal*. Brasília: MAPA, 2022.

MOORE, J. C.; SPINK, J. e LIPP, M. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science*, v. 77, n. 4, p. 118-126, 2012.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química*. Goiânia: Kelps, 2015.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no Ensino de Química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 2, n. 2, p. 5-13, 2016.

SOARES, M. H. F. B. e MESQUITA, N. A. S. Jogos Pedagógicos e suas relações com a cultura lúdica. In: SILVA, J. F. M. (Org). *O Lúdico em Redes: Reflexões e Práticas no Ensino de Ciências da Natureza*. Porto Alegre: Editora Fi, 2021.

SOUZA, S. S.; CRUZ, A. G.; WALTER, E. H.; FARIA, J. A.; CELEGHINI, R. M.; FERREIRA, M. M. e SANT’ANA, A. D. S. Monitoring the authenticity of Brazilian UHT milk: A chemometric approach. *Food Chemistry*, v. 124, n. 2, p. 692-695, 2011.

Para saber mais

SILVA, P. H. F. Leite: aspectos de composição e propriedades. *Química Nova na Escola*, v. 6, p. 3-5, 1997.

LISBOA, J. C. F. e BOSSOLANI, M. Experiências lácteas. *Química Nova na Escola*, v. 6, p. 30-32, 1997.

Abstract: *Playful and investigative activities on milk fraud for teaching Chemistry and moral reflection.* This work presents playful activities carried out in a university extension project aimed at promoting the interest of elementary and high school students in Chemistry, presenting it as an investigative science and promoting moral reflection on honesty. During the activity, chemical experiments were playfully contextualized through the interactive storytelling of “The Three Farmer Brothers” created by the research team, in which the students themselves were the characters in the story (scientists) challenged to discover which of the three brothers was the honest one. The experimental activities aimed to detect the adulteration of milk by the addition of water, masked by the addition of sodium chloride or starch. The students became familiar with concepts of density and chemical reactions, handling a lactodensimeter and observing the color change of milk adulterated with starch and sodium chloride after the addition of iodine and silver nitrate, respectively. Additionally, the students were introduced to some of the glassware commonly used in a chemistry laboratory.

Keywords: interactive story, milk fraud, investigative chemistry, adulteration