

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - CAMPUS SÃO BERNARDO
CENTRO DAS LICENCIATURAS INTERDISCIPLINARES
CURSO DE LICENCIATURA CIÊNCIAS NATURAIS/QUÍMICA

RAFAEL COSTA SOUSA AZEVEDO

MODELAGEM DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS

São Bernardo
2019

RAFAEL COSTA SOUSA AZEVEDO

MODELAGEM DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo, como requisito final para obtenção do grau de licenciado em Ciências Naturais com Habilitação em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vilma Bragas de Oliveira

São Bernardo
2019

RAFAEL COSTA SOUSA AZEVEDO

MODELAGEM DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo, como requisito final para obtenção do grau de licenciado em Ciências Naturais com Habilitação em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vilma Bragas de Oliveira

Aprovado em: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Vilma Bragas de Oliveira (Orientadora)
Doutora em Produção Vegetal
Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo

Prof.^a Dr.^a Louise Lee da Silva Magalhães
Doutora em Química
Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo

Prof. Me. Josberg Silva Rodrigues
Mestre em Física Teórica
Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo

Dedico a meu avô Raimundo Batalha de Sousa (in memoriam), homem honrado e íntegro, do qual tenho grande admiração e apreço. Saudades, vô!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por estar comigo em todos os momentos, me ajudando a enfrentar e vencer todos os obstáculos. Sem Ele, eu nada seria.

À minha mãe Rosângela Maria da Costa Sousa Mendonça e ao meu padrasto José de Ribamar furtado de Mendonça, pelo apoio que me deram durante todo o período do curso. Vocês foram peças fundamentais na minha formação.

Ao meu pai Antônio Francisco de Azevedo pelos conselhos que me deu para sempre persistir nos estudos.

À minha esposa Erlane Correia da Cruz Azevedo por ter acompanhado de perto as minhas preocupações e teve a virtude de suportar os meus estresses pós-universidade. Amo você!

Agradeço aos meus professores, em especial à minha orientadora professora doutora Vilma Bragas de Oliveira pela paciência e dedicação no desenvolvimento da pesquisa e por ter acreditado em mim.

Aos meus amigos que conheci no curso, Laylson da Silva Carvalho e Marcelo Candeira Costa, onde desenvolvemos parcerias nas apresentações de seminários e que pretendo leva-los para a vida toda.

Ao melhor grupo da Residência Pedagógica, Sandro Alves, Maria Wellyda e Marcelo Candeira pelos momentos de brincadeiras e alegrias que compartilhamos juntos.

Muito obrigado à todos que contribuíram, direta e indiretamente, para que eu chegasse onde estou hoje.

“Não to mandei eu? Esforça-te, e tem bom ânimo; não temas, nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares.”

Josué 1:9

SUMÁRIO

| | | |
|----|---|----|
| 1. | ARTIGO MODELAGEM DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS SEGUNDO MODELO DA REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA..... | 1 |
| 2 | MODELO DE ARTIGO DA REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA..... | 24 |

MODELAGEM DE EXPERIMENTOS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS

RESUMO

Não identifique os autores

O objetivo deste trabalho consistiu na modelagem de experimentos configurados para utilização em laboratório, adaptando os mesmos para serem realizados em sala de aula. Os experimentos versaram sobre o tema Reações Químicas, conteúdo abordado na 2ª série do ensino médio. As modelagens consistiram em mudanças nos reagentes, nos materiais e/ou na execução dos roteiros originais. Em busca de dados para conhecer se as reformulações foram satisfatórias, foi aplicado um questionário a estudantes e professores do curso de licenciatura em Ciências Naturais – Química da Universidade Federal do Maranhão. As respostas foram analisadas quanti-qualitativamente e os roteiros modelados obtiveram impressão positiva para realização em sala de aula na visão dos pesquisados.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem de experimentos. Reações químicas. Reformulações.

INTRODUÇÃO

A utilização da experimentação como metodologia para o ensino de ciências ganhou força na década de 1960 quando diversos projetos norte-americanos foram traduzidos e adaptados e os professores passaram por treinamentos para a aplicação dos mesmos (BARCELOS et al., 2010). A adoção dessa nova metodologia visava, sobretudo, o aumento do desempenho escolar dos estudantes. No entanto, com o passar do tempo, devido algumas dificuldades encontradas na execução da metodologia experimental, a sua utilização se tornou cada vez menor. Souza et al. (2011) expõem um pensamento condizente à realidade quando afirmam que “as aulas experimentais, sobretudo no Brasil nunca se estabeleceram como uma prática pedagógica do cotidiano escolar, muito menos como rotina nas aulas de ciências da educação básica”.

Há muitos anos o ensino tradicional tem sido taxado como metodologia incapaz de formar cidadãos que construam uma linha de pensamento própria, pois é baseada na transmissão de conhecimento única e exclusivamente pelo professor e os alunos são agentes passivos neste processo. Assim, Costa et al. (2006) explicam que a metodologia de ensino tradicional “se destaca pela utilização de regras, fórmulas e nomenclaturas, gerando uma grande desmotivação entre os alunos”. A escola tem papel fundamental e desafiador na construção de uma sociedade íntegra, com pessoas que transformem a realidade ao qual estão inseridas. Não obstante, algumas competências devem ser desenvolvidas pela instituição de ensino para que os desafios sejam conquistados. E, corroborando com este pensamento, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino médio (Brasil 2000) é destacado algumas dessas competências como:

[...] capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento.

Partindo desta concepção, para encontrar um caminho exitoso no processo de ensino-aprendizagem, um distanciamento do ensino tradicional seria um passo importante neste desempenho. Desta maneira, um viés interessante para o alcance desse objetivo seria a abordagem da metodologia experimental nas aulas de ciências da natureza, principalmente em química. Diversos estudos relacionados à aprendizagem de ciências constatam que para se obter sucesso no ensino é indispensável a utilização de práticas experimentais (CARRASCOSA et al., 2006).

O ensino de química baseado no uso da metodologia experimental é vantajoso no que tange o despertar da curiosidade dos alunos, em poder praticar conceitos, outrora, vistos em sala de aula. A prática na escola é mais uma estratégia que o professor deve utilizar, para que os alunos possam assimilar um conteúdo teórico com uma representação ilustrativa prática da teoria estudada. Santos e Maldaner (2010) reforçam que “um dos grandes problemas relacionados à qualidade do ensino de ciências é a ausência da experimentação”. A experimentação somada ao conteúdo teórico, amplifica as possibilidades de investigação e observação dos

estudantes, de compreensão de conceitos científicos e a organização das ideias voltadas ao cotidiano, o que não seria possível no ensino apenas teórico (SILVA et al., 2010).

Contudo, o docente deve analisar bastante quais atividades práticas contribuiriam, de fato, com a aprendizagem dos alunos, segundo o conteúdo teórico abordado. Silva et al. (2010), explanam que as atividades experimentais precisam “ser bem planejadas e conduzidas adequadamente e, por isso, é fundamental que o professor tenha clareza sobre o papel da experimentação no ensino de ciências”. É explícito que nem todo conteúdo teórico se torna viável para prática dos alunos, tendo em vista a quantidade de assuntos que devem ser ministrados atrelado à quantidade de tempo limitada para os mesmos, sendo a experimentação uma metodologia que exige bastante tempo.

Um outro viés a ser explorado diz respeito à contextualização da atividade a ser abordada em sala de aula, sendo que não seria interessante à aprendizagem apenas a repetição de um experimento sem que os alunos relacionassem esta metodologia com algo útil à sua realidade. Ao realizar este tipo de experimento, o ensino continuaria sendo tradicional pois não acrescentaria no aluno um aprendizado consciente, pois o discente só repetiria o passo a passo para encontrar um resultado já esperado pelo professor.

Diversos autores criticam a utilização desse tipo de experimentação como metodologia do ensino, onde afirmam que o aluno está apenas seguindo um roteiro pronto, como uma receita de bolo, na qual não refletem sobre o real sentido da prática. Guimarães (2009) argumenta que para o estudo de ciências, a experimentação necessita realmente ser compreendida como uma estratégia eficiente, pois torna possível “a criação de problemas reais que permitem a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação”.

A prática experimental contextualizada e investigativa conduz os alunos a aprenderem por meio da curiosidade, da descoberta. Com isso, o conhecimento é desenvolvido através das proposições comprovadas pelos alunos, e o professor assume o seu papel de mediador e facilitador da aprendizagem. O estudo em ciências necessita ser reflexivo, advindo de questionamentos, das possibilidades e da investigação proveniente da experimentação, assim, se desenvolve o pensamento crítico, e conduz os estudantes a administrarem soluções de problemas reais que enfrentam (SANTOS; SCHNETTZLER, 2003). Abordar os conteúdos teóricos com base na prática relacionada à realidade do aluno, traduz-se em desenvolver uma aprendizagem prolongada aos estudantes, e não mais apenas quando terminarem as provas do bimestre, por exemplo.

Ausubel (2003), defende uma aprendizagem partindo do pretexto que o professor deve valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, visando relacionar com o conteúdo teórico para que assim a aprendizagem se desenvolva de maneira significativa. Desse modo, compreende-se a importância da condução do conhecimento voltado à realidade a qual o aluno está inserido e aos conhecimentos que traz consigo. É comum alguns conceitos, principalmente científicos, serem aprendidos pelos alunos de maneira equivocada no meio social, e para isso, o professor deve estar atento a este conhecimento prévio e intervir para que a ideia inicial seja substituída pelo conceito verdadeiro e o conhecimento seja desenvolvido.

Ressalta-se que, a experimentação como metodologia de ensino não é a solução para todas as dificuldades encontradas na aprendizagem. Além disso, as aulas não podem ser conduzidas apenas por meio experimental, pois para a realização da prática o discente deve ter o embasamento teórico para assimilar o conteúdo de forma satisfatória (LIMA; ALVES, 2016).

Embora, diversos docentes aprovelem a utilização de experimentos no ensino, poucos fazem o uso deles, e isso se deve a diversos fatores, tantos internos quanto externos à sala de aula. É de praxe que todos conheçam a realidade escolar brasileira, no sentido às dificuldades enfrentadas, principalmente pelos professores de Ciências Naturais, para a realização de aulas experimentais. Dentre estas dificuldades, Costa (2011) destaca: 1) ausência de laboratórios em grande parte das escolas brasileiras; 2) precariedade dos laboratórios existentes; 3) tempo reduzido das aulas para a realização dos experimentos; 4) falta de equipamentos, vidrarias e reagentes para a realização das atividades experimentais; 5) problemas estruturais de espaço físico, bem como a indisponibilidade de salas de aulas mais amplas para a realização dessas atividades.

Os obstáculos para a realização de experimentos no ensino são enormes e, além destes problemas, a maioria dos professores enfrentam salas de aulas lotadas e alunos que atrapalham o desenvolvimento da aula. Borges (2002), acrescenta que muitos professores alegam não utilizarem a metodologia prática em suas aulas por: não haver atividades já preparadas para o professor; falta de recursos para a compra de componentes e materiais de reposição e falta de tempo para planejamento.

No entanto, estes obstáculos podem ser minimizados com a utilização de experimentos com materiais alternativos, de fácil acesso e de baixo custo. Estes experimentos rompem as barreiras enfrentadas pelos professores que buscam a realização da prática na escola. Desse modo, com os materiais alternativos, as dificuldades enfrentadas com laboratório, falta de equipamentos, vidrarias e reagentes são reduzidas já que esta prática não necessita de um espaço físico consideravelmente grande e os materiais utilizados são de fácil acesso.

Diante o exposto esse trabalho objetivou a reformulação de roteiros de experimentos configurados para utilização em laboratórios e adaptação dos mesmos para a realização em sala de aula. Para esse fim foram escolhidos três experimentos relacionados ao tema Reações Químicas, conteúdo ministrado na segunda série do ensino médio. Os experimentos escolhidos após adaptações foram testados em ambiente controlado e posteriormente foram expostos à comunidade acadêmica da Universidade Federal do Maranhão – Campus São Bernardo, para avaliação.

METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os diversos autores que tratavam sobre a modelagem de experimentos, experimentação com materiais alternativos e a experimentação como metodologia de ensino na educação básica. A intenção foi verificar a forma como os autores explanam o assunto, descobrir se a mesma proposta de pesquisa já havia sido realizada e avaliar os métodos empregados em estudos parecidos. Para tanto, foram utilizadas fontes primárias e secundárias, sendo o assunto pesquisado em livros, revistas,

artigos, blogs e, com isso, alguns autores com suas obras contribuíram para esta pesquisa, tais como: Barcelos et al. (2010); Costa et al. (2006); Carrascosa et al. (2006); Santos e Maldaner (2010); Silva et al. (2010); Guimarães (2009); Santos e Schnetzler (2003); Borges (2002); Cruz e Galhardo Filho (2004). Ressalta-se que outros autores serão citados nesse trabalho pois vieram a contribuir com a discussão dos resultados obtidos.

Em continuidade, buscou-se roteiros de experimentos originais que versavam sobre o tema Reações Químicas e foram selecionados três roteiros que nos pareceram promissores para serem reformulados. A modelagem dos experimentos consistiu na substituição e/ou adaptação de reagentes e vidrarias, ou ainda, uma mudança na forma de execução, a fim de que o mesmo pudesse vir a ser utilizado em sala de aula.

Os roteiros modelados foram testados em laboratório. Após os testes dos experimentos foi montada uma exposição destes no saguão da Universidade Federal do Maranhão, onde professores e alunos puderam observar os roteiros, os materiais e imagens em cartazes com o passo a passo de realização dos experimentos.

Aos espectadores da exposição foi proposta uma pesquisa de opinião contendo três perguntas abertas e de múltipla escolha. Durante a coleta de dados, foi esclarecido aos participantes que a pesquisa não tinha caráter obrigatório, mas o envolvimento dos mesmos contribuiria para o trabalho de conclusão de curso do autor. Além disso, os espectadores foram informados do seu anonimato nesta pesquisa, e assim, seus nomes foram substituídos por P1 para participante 1, P2 para participante 2 e assim sucessivamente na discussão e apresentação dos resultados. Esse procedimento está de acordo com a resolução CNS 196/96 que “adota no seu âmbito a prevenção de procedimentos que asseguram a confidencialidade e a privacidade[...]” (BRASIL, 2012). Os dados foram analisados com base na metodologia quanti-qualitativa, e portanto, além dos números, foram levadas em consideração as opiniões, críticas, e as sugestões dos sujeitos investigados, como instrumentos fundamentais no processo de análise qualitativa das informações (MALHEIROS 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três experimentos reformulados são referentes ao tema Reações Químicas, assunto abordado na 2ª série do ensino médio. Para eleição dos roteiros foram utilizados os seguintes critérios: a recomendação de realização dos experimentos deveriam ser em laboratórios de química; os experimentos deveriam estar claramente relacionados a ocorrência de uma reação química; os materiais e reagentes deveriam ser passíveis de substituição e/ou adaptação.

Modelagem e teste dos experimentos em ambiente controlado

Obtenção do gás carbônico

O primeiro experimento a ser modelado foi retirado do livro de química geral e reações químicas de Kotz et al. e consiste da produção de gás hidrogênio e sulfato ferroso como mostrado na equação abaixo:



O experimento em questão utiliza o ferro presente na palha de aço para reagir com o ácido sulfúrico produzindo gás hidrogênio e sulfato ferroso. No entanto, apenas a primeira parte deste experimento será usada para a reformulação, pois trata da obtenção do gás hidrogênio. Assim, nos procedimentos do roteiro original, coloca-se a palha de aço no kitassato e, em seguida, é adaptado na saída lateral desta vidraria um balão de festa. Após isso, é adicionado, rapidamente, o ácido sulfúrico no Kitassato que é fechado com uma rolha. Ao final da reação, o balão é retirado do bico do kitassato e amarrado. Para a verificação da propriedade do gás, o balão pode ser solto constatando sua densidade menor que o ar, e aproximado uma chama constatando o seu caráter inflamável. Os materiais e procedimentos do roteiro original estão dispostos na figura abaixo com as alterações destacadas em amarelo:

Figura 1 – Roteiro do experimento original “Obtenção do gás hidrogênio”.

| ROTEIRO EXPERIMENTAL | |
|--|---------------------------|
| PARTE EXPERIMENTAL | |
| Materiais e Equipamentos | |
| <u>Kitassato de 250 ml</u> | <u>Funil</u> |
| <u>Balão de festa</u> | <u>Suporte universal</u> |
| <u>Rolha para o kitassato</u> | <u>Anel para o funil</u> |
| <u>Extensor de lâmpião</u> | <u>Béqueres de 250 ml</u> |
| Reagentes | |
| <u>Ferro metálico (palha de aço)</u> | |
| <u>Ácido sulfúrico</u> | |
| PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL: | |
| Obtenção do gás Hidrogênio: | |
| <u>1. É colocado no fundo do Kitassato aproximadamente 10 g de ferro (palha de aço). Em seguida é adaptado na saída do kitassato o balão de festa.</u> | |
| <u>2. Adicionar, rapidamente, 100 ml de solução de ácido sulfúrico, a 20% v/v, no kitassato que é fechado com a rolha. Se necessário, aquecer a solução em banho Maria até que a reação cesse.</u> | |
| <u>3. No final da reação, o balão é retirado do bico do kitassato. A boca do balão é amarrada e este é solto em direção ao teto.</u> | |
| <u>4. Um espeto de madeira é amarrado em um cabo de vassoura e é colocado fogo. A chama é aproximada do balão suspenso. Observe e anote o que aconteceu.</u> | |

(Fonte: Kotz et al., 2019)

A reformulação deste roteiro, buscou adaptar os materiais utilizados na prática original. Analisou-se meios para que no roteiro modelado obtivéssemos a produção de um gás diferente do hidrogênio e não inflamável. Com isso, foi desenvolvido a produção do gás carbônico, na qual os reagentes utilizados foram o suco do limão e bicarbonato de sódio.

Para essa atividade, foi necessário espremer seis limões para que se obtivesse a quantidade de suco necessária para reagir com uma colher de bicarbonato de sódio. Essa experiência precisou apenas de uma garrafa Poli Tereftalato de Etila (PET) de 1L, bexiga, funil e copo para a sua execução, como mostrado abaixo:

Figura 2 – Execução do experimento modelado “Obtenção do gás carbônico”.



(Fonte: Autor, 2019)

A reação de produção do gás carbônico acontece devido a presença de ácido cítrico no suco de limão, juntamente com o bicarbonato de sódio, como mostrado abaixo:



Os produtos formados foram o gás carbônico, água e citrato de sódio, que é utilizado principalmente como aditivo alimentar ou ainda como conservante. Abaixo está disponível o roteiro reformulado, com as adaptações sublinhas em amarelo:

Figura 3 – Roteiro do experimento modelado “Obtenção do gás carbônico”.

| Ciências Naturais - Licenciatura | |
|---|--|
| ROTEIRO EXPERIMENTAL | |
| MATERIAIS | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Bexiga; • <u>Garrafa PET de 1 L</u> • <u>Limões</u>; • <u>Bicarbonato de sódio</u>; • Funil; | |
| PRODECIMENTO EXPERIMENTAL | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Espremer seis limões a fim de retirar o suco deles; (não utilizar sucos em pacote).</u> 2. <u>Adicionar o suco de limão na garrafa PET;</u> 3. <u>Adicionar com cuidado uma colher de sopa de bicarbonato na garrafa com o auxílio do funil;</u> 4. <u>Conectar rapidamente a ponta da bexiga à extremidade da garrafa;</u> 5. <u>Observar os acontecimentos.</u> | |

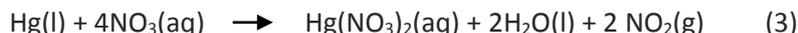
(Fonte: Autor, 2019)

A modelagem do experimento original aconteceu devido aos riscos relacionados à utilização do ácido sulfúrico. Normalmente, o docente da escola básica ministra aulas em salas superlotadas, ou seja, os riscos de acidentes com essa prática são enormes. Em contrapartida, o professor tem a opção de utilizar o experimento modelado, caso procure por uma atividade prática simples e que não requeira muito tempo para a sua realização. A experimentação como metodologia no ensino, segundo Zompero e Laburu (2011), instiga a elevação do pensamento crítico do sujeito, por trabalhar a formulação de hipóteses, observação, montagem de um aparato experimental, coleta de dados, discussão, chegue a conclusões e compartilhe os resultados com os demais.

Em relação ao gás carbônico, o docente pode utilizar esse produto como viés para conscientização dos alunos acerca dos problemas relacionados ao efeito estufa, encaminhando a aula para um caráter interdisciplinar. Quanto à isso, Fazenda (2009, p. 91), explana a interdisciplinaridade como “uma exigência natural e interna das ciências, no sentido de uma melhor compreensão da realidade que elas nos fazem conhecer. Impõem-se tanto à formação do homem como às necessidades de ação”.

O carvão vivo

O segundo roteiro modelado, foi referente ao experimento A serpente do faraó. O roteiro original está disponível no site “Em síntese” comentado pelo Prof. Dr. Luiz Roberto Brudna Holzle e no canal americano NileRed no Youtube. Primeiro, o ácido nítrico concentrado é preparado e transferido para um béquer, em seguida, é adicionado o mercúrio. Com isso, há a liberação de vapores nitratos vermelho escuro, e o mercúrio reage com ácido nítrico conforme mostrado abaixo:



Um dos produtos formados é o nitrato de mercúrio II, solúvel em água, proveniente da reação do mercúrio elementar, que é insolúvel. O principal gás formado com a reação é o dióxido de nitrogênio, extremamente tóxico. Em seguida, esse produto é transferido pra outro béquer, e a este é adicionado água. Além disso, o tiocianato de potássio é dissolvido em água e acrescentado à solução contendo o nitrato de mercúrio II, conforme mostra a reação abaixo:



O tiocianato de mercúrio é extremamente insolúvel em água e precipita, sendo consideravelmente mais denso que a água, com isso afunda rapidamente. Em sequência, o nitrato de potássio aquoso é decantado para um apropriado recipiente de resíduos. Logo após o tiocianato de potássio é transferido para um papel filtro para secar por 12h, e em seguida ser queimado para que a reação da serpente do faraó aconteça. O roteiro com os materiais e procedimentos está disponível na figura abaixo com as alterações sublinhadas em amarelo:

Figura 4 – Roteiro original do experimento “A serpente do faraó”.

ROTEIRO EXPERIMENTAL

PARTE EXPERIMENTAL

Materiais e Equipamentos

Proveta 25 mL

Béqueres de 150 mL

Pipeta

Bastão de vidro

Papel filtro

Toalha de papel

Espátulas

Isqueiro

Reagentes

Tiocianato de potássio

Mercúrio Elementar

Ácido Nítrico concentrado (pelo menos 65%)

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

1. Adicione 15 mL de ácido nítrico concentrado em uma proveta e transfira para o béquer.
2. Adicione ao ácido nítrico 0,3 mililitros de mercúrio. Ao final da reação, a solução deve clarear, tendo aparência cristalina.
3. Em seguida, transfira este produto para cerca de 40 a 45 mL de água. Lave o frasco de solução com cerca de 40 mL de água e adicione novamente ao outro frasco.
4. Dissolva cerca de 4 g de tiocianato de potássio em tanta água quanto necessário e adicione ao frasco até que todo o nitrato de mercúrio II seja consumido. Agite a solução um pouco, e em seguida, deixe repousar.
5. Em seguida, decante o líquido para outro béquer, tendo cuidado para o tiocianato de mercúrio não cair em água.
6. Transfira a solução cheia de mercúrio para um apropriado recipiente de resíduos. Não derrame no ralo.
7. Transfira o sal de mercúrio para um papel filtro. Deixe o tiocianato de mercúrio secar, até ser formado uma pasta.
8. Após isso, molde o tiocianato de mercúrio em dois pequenos montes utilizado uma espátula e deixe-o secar por 12h.
9. Após isso, queime o tiocianato de mercúrio sólido e veja o que acontece.

(Fonte: Holzle, 2017)

A reformulação do roteiro buscou alterações, principalmente, nos reagentes utilizados, procurando materiais mais simples e que não fossem prejudiciais à saúde. O nome do roteiro modelado foi alterado para “O carvão vivo”, devido à produção do carvão durante as reações, além disso a estrutura formada parece mover-se.

Os materiais utilizados no experimento modelado foram colher, serra, fósforo, forma metálica, pilão, seringa, e os reagentes do roteiro original foram substituídos por açúcar, bicarbonato de sódio e álcool. A reformulação do experimento iniciou-se com a mistura de açúcar e bicarbonato de sódio, na proporção de 2:1, sendo triturados com um socador e pilão até formarem um pó. Em seguida, foi adicionado algumas gotas de álcool para que a mistura formasse uma liga, sendo ela a principal substância para que a reação acontecesse. No intuito de formar cilindros com a liga, foi cortada a ponta seringa, colocou-se a liga dentro da seringa e empurrou-se com o êmbolo para que o molde fosse obtido, com isso, vários cilindros da liga foram feitos. Logo após, em um local apropriado, os moldes foram queimados e a reação do carvão vivo aconteceu. Na figura a seguir estão dispostos

os materiais e os procedimentos do experimento modelado, com as alterações destacadas em amarelo:

Figura 5 – Roteiro do experimento modelado “O carvão vivo”.

| Ciências Naturais - Licenciatura | |
|--|--|
| ROTEIRO EXPERIMENTAL | |
| MATERIAIS | |
| <ul style="list-style-type: none">• <u>1 Pilão com socador;</u>• <u>1 Seringa;</u>• <u>Bicarbonato de sódio;</u>• <u>Acúcar;</u>• <u>Álcool;</u>• <u>Colher;</u>• <u>Serra;</u>• <u>Fósforo;</u>• <u>Forma metálica com areia;</u> | |
| PRODECIMENTO EXPERIMENTAL | |
| <p><u>1. Colocar no pilão três colheres de chá de bicarbonato de sódio para seis colheres de açúcar, triturar bem com o socador, formando um pó bem fininho e misturá-os;</u></p> | |
| <p><u>2. Adicionar algumas gotas de álcool na mistura até que a mesma forme uma liqa;</u></p> | |
| <p><u>3. Utilizar a serra para cortar a parte da seringa que fica a agulha e colocar dentro dela essa mistura, a fim de formar uma coluna. Quanto maior a coluna, maior será o resultado do experimento, porém não exagere para que não haja problemas na retirada da coluna da seringa;</u></p> | |
| <p><u>4. Empurrar com o êmbolo para que a coluna saia da seringa e deposite-se sobre a areia;</u></p> | |
| <p><u>5. Repetir os passos 4.3 e 4.4 mais três vezes para formar mais três colunas;</u></p> | |
| <p><u>6. Derramar cerca de 25 mL de álcool ao redor das colunas;</u></p> | |
| <p>7. Com muito cuidado, colocar fogo no sistema.</p> | |
| <p>8. Observar os acontecimentos.</p> | |

(Fonte: Autor,2019)

É ressaltado que, com a busca bibliográfica se verificou que outros autores também buscaram adaptar o roteiro original, no entanto, com este trabalho buscamos nos distanciar ao máximo destes. A realização desse experimento consistiu na formação de uma estrutura escura através da combustão da mistura de açúcar e bicarbonato de sódio. O produto formado possuiu efeito visual menor do que o experimento original, porém foi extremamente interessante e pode ser abordado no estudo de combustão, decomposição ou reações químicas (FOGAÇA, 2019).

Durante a ocorrência da atividade prática, várias reações foram desencadeadas. Se iniciou com a combustão do etanol:



Com o calor formado através dessa reação, outras reações de combustão e decomposição aconteceram. Desse modo, ocorreu a combustão completa e incompleta do açúcar, como verifica-se a seguir:

COMBUSTÃO COMPLETA:



COMBUSTÃO INCOMPLETA:



Observou-se que o gás carbônico e a água foram os produtos provenientes da reação completa do açúcar, e na reação incompleta verificou-se a formação de carvão (C), que é um material sólido de coloração preta, como mostra a figura a seguir:

Figura 6 – Realização do experimento modelado “O carvão vivo”.



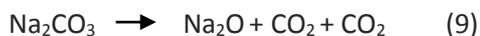
(Fonte: Autor, 2019)

Em continuidade às reações que ocorreram no experimento, constatou-se a decomposição do bicarbonato de sódio e, em sequência, a decomposição do carbonato de sódio.

DECOMPOSIÇÃO DO BICARBONATO DE SÓDIO:



DECOMPOSIÇÃO DO CARBONATO DE SÓDIO:

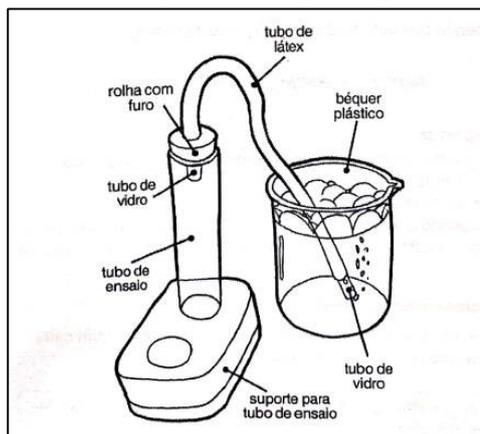


O experimento original é fascinante no que se refere à estrutura formada no momento em que as reações ocorrem, tendo formato bastante semelhante a uma serpente, no entanto, é contraindicado a sua utilização na escola devido à sua periculosidade. A realização do experimento modelado oferece uma vasta opção de reações a serem trabalhadas pelo professor em sala de aula após a abordagem teórica do conteúdo de reações químicas. Galiazzi e Gonçalves (2004), defendem a utilização da prática pedagógica como abordagem complementar da teoria, além de afirmarem que as práticas experimentais são instrumentos potenciais para o ensino de conteúdos de química.

Obtenção do gás hidrogênio

O terceiro roteiro modelado foi extraído do livro Experimentos de Química: microescala, materiais de baixo custo e do cotidiano, desenvolvido por Cruz e Galhardo Filho. A proposta do roteiro diz respeito à produção do gás hidrogênio, utilizando ácido muriático e zinco, além de alguns materiais de laboratório. O roteiro original inicia com a montagem de um sistema em que acontecerá a reação, e para isso, é necessário um tubo de vidro, tubo de látex, tubo de ensaio com suporte, rolha com furo, tubo de vidro e béquer plástico, conforme a figura abaixo:

Figura 7 – Sistema para a obtenção do gás hidrogênio.



(Fonte: Cruz e Galhardo Filho, 2004)

No béquer é adicionado água e detergente, sendo agitada com o bastão de vidro. Em seguida, o ácido é despejado no tubo de ensaio e a ele é colocado o zinco proveniente de pilhas, conforme sugerido pelo autor. Com o tubo látex conectado ao béquer com água e sabão conforme observado na imagem anterior, a reação acontece e o gás produzido provoca bolhas na água com sabão, e em seguida é aproximada uma chama a essas bolhas e são feitas as observações. O roteiro dessa prática encontra-se disponível na figura a seguir com as alterações em amarelo:

Figura 8 – Roteiro do experimento original “Produzindo o gás hidrogênio”.

Reação 3 - Produzindo gás hidrogênio.

1. Monte o sistema abaixo.
2. Coloque 50 ml de água e detergente (aproximadamente uma colher de medida G) no béquer plástico P. Agite a mistura com o bastão plástico.
3. No tubo G coloque 1/2 do seu volume de ácido muriático.
4. Amasse o zinco obtido na atividade 3 de tal forma que ele possa ser jogado no tubo e fique imerso no ácido.
5. Coloque o zinco cuidadosamente no tubo para evitar respingos e tampe com a rolha contendo o tubo de látex.
6. Observe o que acontece no tubo de ensaio G e no béquer contendo a água com detergente. Descreva.
7. Houve reação química? Por que?
8. Queime as bolhas de gás formadas com uma pequena tocha feita com o bastão plástico e algodão umedecido no álcool.

(Fonte: Cruz e Galhardo Filho, 2004)

A reformulação do roteiro deste experimento se fez com mudanças no sistema onde a reação acontece e em alguns materiais utilizados no roteiro original. Com isso, montou-se uma estrutura que desenvolveu a mesma função do experimento original, porém com o uso de uma garrafa de vidro, bexiga, mangueira e copo de vidro, como mostra a figura :

Figura 9 – Realização do experimento modelado “Obtenção do gás hidrogênio”.



(Fonte: Autor, 2019)

O zinco utilizado no roteiro original foi proveniente de pilhas, no entanto, com a modelagem buscou-se a obtenção desse material de maneira mais simples, visto que, em pilhas, a retirada é difícil e libera materiais de risco à saúde. A alternativa encontrada foi a utilização de clips de papel, pois em sua composição há a presença de zinco e a sua aquisição é mais simples do que o zinco da pilha. O ácido muriático continuou sendo utilizado, pois o mesmo é comercialmente vendido em uma concentração menor do que o ácido clorídrico encontrado em laboratórios.

Dessa maneira, o ácido foi adicionado à garrafa de vidro e logo após os clips de papel. Antes que a reação ocorresse, a extremidade da garrafa foi vedada com o balão, como mostra a imagem do sistema, e a ponta da mangueira ficou submersa na água com detergente até que a reação cessasse. Abaixo está a reação que ocorreu com a realização do experimento:



Na reformulação do experimento original, procurou-se simplificar os materiais utilizados, conforme mostra o roteiro modelado a seguir com as alterações destacadas em amarelo:

Figura 10 – Roteiro do experimento modelado “Obtenção do gás hidrogênio”.

ROTEIRO EXPERIMENTAL

MATERIAIS

- Bexiga;
- Ácido muriático (HCl);
- Copo de vidro;
- Clips;
- Água;
- Garrafa de vidro;
- Detergente;
- Mangueira
- Tesoura

PRODECIMENTO EXPERIMENTAL

1. Colocar 50 mL de água e detergente (aproximadamente uma colher de medida G) no copo de vidro. Agitar a mistura;
2. Cortar o fundo da bexiga a fim de que uma extremidade seja conectada à garrafa e a outra à mangueira;
3. Adicionar à garrafa 20 mL de ácido muriático;
4. Colocar dois clips cuidadosamente na garrafa para evitar respingos e tampe a garrafa com sistema montado em 2.;
5. Colocar a ponta da mangueira dentro do copo com água e detergente;
6. Queime as bolhas de gás formadas com um fósforo;
7. Observar os acontecimentos.

(Fonte: Autor, 2019)

Não obstante, ao longo desta modelagem, sugeriu-se que este experimento seja, apenas, demonstrativo, ou seja, deve ser realizado pelo docente para conhecimento da turma. Nesse sentido, Silva e Costa (2019), explicam que “a experimentação demonstrativa ou ilustrativa geralmente é a mais fácil de ser conduzida. A sua utilização justifica-se quando o processo em estudo é perigoso, ou quando não há material suficiente”.

Pesquisa de opinião sobre os experimentos modelados

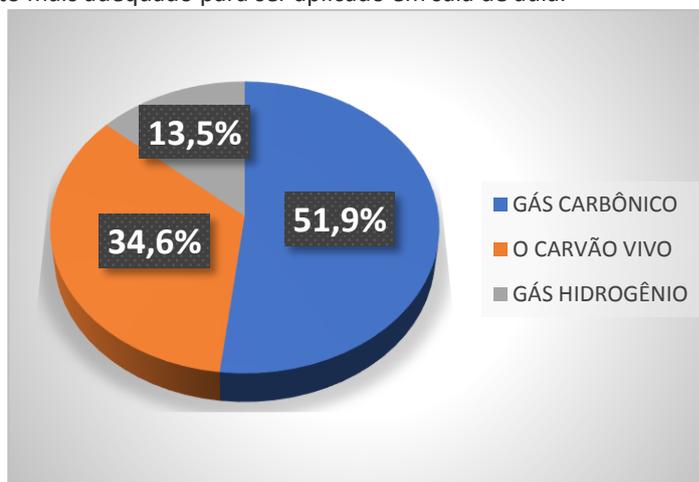
Os experimentos reformulados foram expostos no saguão da Universidade Federal do Maranhão conforme descrito na metodologia e 34 expectadores do curso de Licenciatura em Ciências Naturais/Química concordaram em responder a uma pesquisa de satisfação.

Na questão 1 (Q1) foi perguntado aos pesquisados “qual(is) dos experimentos apresentados você considera **MAIS** adequado(s) para a aplicação em sala nas aulas de química?” A - Obtenção do gás carbônico; B - O carvão vivo; C - Obtenção do gás hidrogênio. Os participantes poderiam escolher mais de um experimento e as análises foram feitas considerando a quantidade total de votos fornecidos a todos os experimentos.

Com isso, do total de 52 votos na Q1, 27 (51,9%) escolheram o experimento de Obtenção do gás carbônico. Além disso, 18 votos (34,6%), foram atribuídos ao

experimento do carvão vivo e 7 votos (13,5%) destinaram-se ao experimento de obtenção do gás hidrogênio. Os resultados estão dispostos no gráfico abaixo:

Gráfico 1 – Experimento mais adequado para ser aplicado em sala de aula.



(Fonte: autor, 2019)

Pelos dados apresentados é notório a grande aceitação dos participantes sobre o experimento de obtenção do gás carbônico. Além dessa questão, o questionário apresentava uma questão em que os pesquisados deveriam justificar a sua escolha. Para melhor visualização, as respostas de alguns participantes foram distribuídas no quadro abaixo:

Quadro 1 – Comentários dos participantes acerca dos experimentos mais adequados para aplicação em sala de aula.

| PESQUISADO | COMENTÁRIOS |
|----------------------------|--|
| P1 SOBRE O GÁS CARBÔNICO | Utilizaria a reação de obtenção do gás carbônico pela facilidade de obter os materiais utilizados na experiência. |
| P2 SOBRE O GÁS CARBÔNICO | É uma ótima escolha pelo fato de serem utilizados poucos materiais e seria uma boa fazer esse experimento em sala de aula para que os alunos possam entender a obtenção desse gás e não apenas pela teoria |
| P14 SOBRE O GÁS CARBÔNICO | É um experimento bem mais fácil de se praticar na sala de aula e interessante. |
| P21 SOBRE O CARVÃO VIVO | O carvão vivo é mais interessante por ser algo incomum de se ver em sala de aula[...]. |
| P33 SOBRE O CARVÃO VIVO | O carvão vivo pode ser produzido de uma forma mais simples e sua demonstração não oferece riscos aos alunos. |
| P12 SOBRE O GÁS HIDROGÊNIO | Materiais de baixo custo e de fácil obtenção e também aborda a obtenção de um |

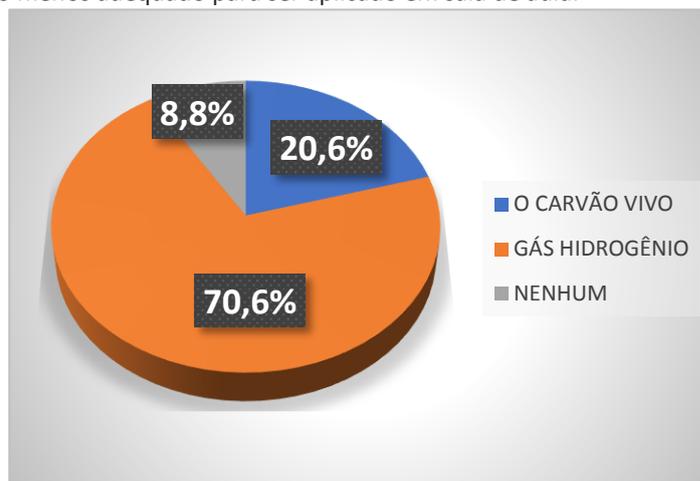
| | |
|----------------------------|--|
| | combustível com potencial de substituir o petróleo. |
| P29 SOBRE O GÁS HIDROGÊNIO | É um experimento simples e de boa forma apresentável para levar à sala de aula, não contém riscos e nem componentes tóxicos, ou prejudiciais à pessoa que está realizando o mesmo. |

Em análise às respostas dadas, vimos que a maioria dos que escolheram o experimento de obtenção dos gás carbônico o justificou pela sua facilidade e simplicidade. Já em realização ao experimento do carvão vivo, a maioria levou em consideração o efeito visual produzido com o experimento, onde defenderam que isso prenderia bastante a atenção dos alunos. Com isso, entende-se que, por ser algo diferente, contribuiria positivamente para o desenvolvimento dos alunos e, conseqüentemente, aprendizagem dos mesmos. Por outro lado os pesquisados que escolheram o experimento de obtenção do gás hidrogênio justificaram sua escolha com o fato de o mesmo utilizar materiais de fácil acesso e de boa forma para levar à sala de aula.

Apesar das diferentes escolhas entre os experimentos, foi perceptível no comentário de todos os participantes um viés comum: a simplicidade de execução das atividades práticas e facilidade de obtenção dos materiais necessários. Corroborando com o pensamento de Galiazzi e Gonçalves (2004), os autores afirmam que a inexistência de aulas expositivas não são justificadas pela ausência de laboratório na escola. A utilização de materiais alternativos é capaz de suprir a falta de grande parte das necessidades referentes a ele, além de tornar o processo de ensino aprendizagem mais proveitoso. Segundo Rushton, Lotter e Singer (2011) além de desenvolver o interesse dos alunos, as práticas experimentais colaboram para uma maior e melhor divulgação da ciência, salientando seu aspecto positivo e contribuindo para o processo de alfabetização científica.

Na questão 2 (Q2) foi perguntado aos pesquisados “qual(is) dos experimentos apresentados você considera **MENOS** adequado(s) para a aplicação em sala nas aulas de química?” A - Obtenção do gás carbônico; B - O carvão vivo; C - Obtenção do gás hidrogênio. As análises foram feitas considerando a quantidade total de votos, dessa forma, dos 34 votos aferidos nesta questão, 24 (70,6%) foram destinados ao experimento de obtenção do gás hidrogênio, 7 votos (20,6%) atribuíram-se à serpente do faraó e 3 (8,8%) escolheram nenhum dos três experimentos. Os resultados estão dispostos no gráfico abaixo:

Gráfico 2 – Experimento menos adequado para ser aplicado em sala de aula.



(Fonte: autor, 2019)

Conforme visualizado no gráfico, é perceptível que o experimento de obtenção do gás hidrogênio foi o menos aceito pelos pesquisados para a realização em sala. Nos comentários, os participantes justificaram os motivos que os fizeram escolher esta atividade prática. No quadro a seguir estão dispostos os mais relevantes:

Quadro 2 – Comentários dos participantes acerca dos experimentos menos adequados para aplicação em sala de aula.

| PARTICIPANTES | COMENTÁRIOS |
|----------------------------|---|
| P11 SOBRE O GÁS HIDROGÊNIO | Um pouco perigoso para ocorrer em sala de aula, devido alguns produtos que são altamente perigosos em um lugar inapropriado. |
| P31 SOBRE O GÁS HIDROGÊNIO | Por se utilizar o ácido muriático, o experimento de obtenção do gás hidrogênio se torna menos adequado, pois pode apresentar riscos na sua realização. |
| P7 SOBRE O GÁS HIDROGÊNIO | Levaria os três experimentos para a sala de aula, porém, se tivesse que escolher um para não levar, seria esse, por dois motivos: primeiro por conter o ácido como material; segundo porque os alunos ficariam mais restritos a interagir com o material. |
| P12 SOBRE O GÁS HIDROGÊNIO | A obtenção de um combustível com potencial de substituir o petróleo |
| P3 SOBRE O CARVÃO VIVO | O menos adequado é o carvão vivo, por conta dos materiais, que são um pouco difíceis de se encontrar[...]. |

| | |
|-------------------------|--|
| P9 SOBRE O CARVÃO VIVO | O carvão vivo é menos adequado por ter fogo em sua execução. |
| P27 SOBRE O CARVÃO VIVO | Porque é um experimento um pouco mais complexo que os demais, que exige uma boa performance, porém é um experimento bastante interessante. |

Após a análise de todos os comentários, foi possível constatar que a maioria dos participantes não utilizariam o experimento de obtenção do gás hidrogênio por considerarem perigoso o uso do ácido em sala de aula, e isso, acarretaria um maior cuidado e atenção do professor. O comentário do participante 7 que explana que não utilizaria o experimento de obtenção do gás hidrogênio porque os alunos ficariam restritos a participarem da prática, confirma o pensamento de Gardéa e Dorn (2011), onde entende-se que para uma aula experimental exitosa o aluno precisa participar ativamente da mesma, pois “os estudantes acabam ajudando um ao outro, ocorrendo interação entre o sujeito-sujeito e sujeito-objeto”.

No que diz respeito aos participantes que optaram pelo experimento o carvão vivo, a maioria comentou que essa atividade prática é bastante complexa para ser utilizada em sala, além do tempo necessário para o preparo e realização do experimento.

Conforme Krasilchik (2004), o objetivo das aulas experimentais é “despertar e manter o interesse dos alunos; envolver os estudantes em investigações científicas; desenvolver a capacidade de resolver problemas; compreender conceitos básicos; desenvolver habilidades”. Certamente, não seria possível alcançar todos estes objetivos com a abordagem do experimento de obtenção do gás hidrogênio, segundo a perspectiva da maioria dos questionados na Q2, pois não seria interessante a participação dos estudantes na atividade prática, devido ao cuidado que ela exige. Desse modo, para que o docente desenvolva aulas experimentais e evite práticas que não contribuam tanto com o aprendizados dos alunos, Lima e Alves (2016), asseguram que “são imprescindíveis a criatividade e a disponibilidade do professor, de maneira a proporcionar a execução de experimentos criativos e modestos”.

Na Questão 3 (Q3), pediu-se que os pesquisados atribuísem uma nota de 0 a 10 para cada um dos experimentos. Para isso, disponibilizou-se um quadro, na qual em uma coluna estavam listados os três experimentos e, na coluna ao lado, o espaço para a atribuição da nota. A análise foi feita com base na média aritmética das notas referentes a cada experimento, e os resultados estão dispostos na tabela abaixo:

Tabela 1 – Média das notas dos experimentos.

| Experimento | Nota |
|----------------------------|------|
| Obtenção do gás carbônico | 9,8 |
| O carvão vivo | 9,5 |
| Obtenção do gás hidrogênio | 9,4 |

Como observado acima, as notas traduzem-se às respostas dos participantes nas questões anteriores. O experimento de obtenção do gás carbônico, recebeu a maior nota assim como a maior aceitação como atividade prática mais adequada para ser realizada na escola. A facilidade e simplicidade de realização desse experimento contribuiu, significativamente, para que isso ocorresse. Alves e Leão (2017), explicam que a metodologia experimental muitas vezes é negligenciada no ensino de ciências, devido à falta de estruturas na escola que possibilitem a sua abordagem, como laboratórios, materiais, ou até por falha na formação inicial dos professores. Com isso, o experimento obtenção do gás carbônico é uma prática plausível para o docente que busca mudança e, conseqüentemente, resultados em suas aulas.

Os experimentos o carvão vivo e obtenção do gás hidrogênio, obtiveram notas bastante próximas, porém o carvão vivo possuiu um resultado mais positivo em relação ao gás hidrogênio na visão dos participantes. Isso ocorreu devido, principalmente, à utilização do ácido muriático, onde a maioria dos pesquisados tiveram uma visão negativa sobre ele na abordagem dos experimentos. No entanto, ainda assim, as notas foram extremamente altas para todos os experimentos, confirmando que, apesar de uns experimentos serem mais simples que outros, todos são capazes de serem desenvolvidos adotando as devidas precauções de segurança e conforme o objetivo que o docente queira alcançar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de práticas experimentais nas escolas contribui para o dinamismo dentro da sala de aula e oferece uma opção a mais para os docentes desenvolverem o conteúdo. Além disso, instiga o desejo dos estudantes em aprender, pois é caracterizada por uma metodologia diferente da qual estão familiarizados, e com isso, a aprendizagem se desenvolve de maneira simples e exitosa.

As modelagens dos experimentos proporcionaram a obtenção de experimentos passíveis de serem realizados no ambiente escolar, na qual antes sua configuração se tornava possível apenas no laboratório. Com os roteiros modelados, se espera que os mesmos contribuam com a aprendizagem de diversos alunos e facilitem o trabalhos de vários professores que almejam sempre a melhoria de suas aulas, e busquem realmente por tais melhorias. De acordo com a opinião dos participantes da pesquisa, os experimentos modelados estão prontos para serem abordados no ambiente escolar, e estes têm grande potencial para tornar aulas mais interessantes.

Com a abordagem dos experimentos, os alunos podem ser vistos como atores no processo de ensino-aprendizagem, e não apenas coadjuvantes, onde desenvolvem somente o papel da observação. Além disso, a modelagem dos experimentos juntamente com a abordagem da prática experimental em sala de aula, não busca necessariamente a formação de cientistas, mas visa o desempenho da turma e a admiração pela ciência.

MODELING OF EXPERIMENTS FOR TEACHING CHEMICAL REACTIONS

ABSTRACT

The objective of this work was the modeling of experiments configured for laboratory use, adapting them to be performed in the classroom. The experiments dealt with the theme Chemical Reactions, content addressed in the 2nd grade of high school. The modeling consisted of changes in the reagents, materials and / or execution of the original scripts. In search of data to know if the reformulations were satisfactory, a questionnaire was applied to students and teachers of the degree course in Natural Sciences - Chemistry of the Federal University of Maranhão. The answers were analyzed quantitatively and qualitatively and the modeled scripts had a positive impression for classroom achievement in the view of the respondents.

KEYWORDS: Experiments modeling. Chemical reactions. Reformulations.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C. T.; LEÃO, M. F. **Instrumentação no ensino de química**. 1. ed. Uberlândia-MG: Edibrás, 2017.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARCELOS, N. N. S.; JACOBUCCI, G. B.; JACOBUCCI, D. F. C. Quando o cotidiano pede espaço na escola, o projeto da feira de ciências “Vida em Sociedade” se concretiza. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 1, p. 215-233, 2010.
- BORGES, A.T. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.3, p.291-314, 2002.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio). Parte I – Bases legais. Brasília: MEC/SEB, 1999.
- _____, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+):** ciências da natureza, matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- _____, **Resolução Nº 196/96**. (2012). Comissão Nacional de Ética Em Pesquisa, Brasília: Ministério da Saúde.
- CARRASCOSA, J; GIL-PEREZ, D; VILCHES, A; VALDES, P. Papel de La actividad experimental em La educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.23, p.157-181, 2006.
- COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. A corrosão na abordagem da cinética química. **Revista Química Nova na Escola**, n. 22, p. 31-34, 2006.
- COSTA, K. P. **O uso do açafreão da Terra como indicador ácido-base no ensino de química**. Monografia (graduação). Brasília-DF: Universidade de Brasília, Instituto de Química, 2011.
- CRUZ, R.; GALHARDO FILHO, E. **Experimentos de química: microescala, materiais de baixo custo e do cotidiano**. 1ª ed. São Paulo, editora Livraria da Física, 2004.
- FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa**. Campinas-SP: Papirus, 2009.
- FOGAÇA, Jennifer. **Serpente de faraó**. Mundo do educador. Disponível em:
https://educador.brasile escola.uol.com.br/estrategias-ensino/serpente_farao.htm.
Acesso em: 10/08/2019.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura Plena em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GADÉA, S. J. S., e DORN, R. C. Alfabetização Científica: Pensando na Aprendizagem de Ciências nas Séries Iniciais Através de Atividades Experimentais. **Experiência em Ensino de Ciências**, 6(1), 113-116. 2011.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Revista Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HOLZLE, L. R. B.; **A verdadeira serpente do faraó**. Em síntese. Disponível em: <https://www.emsintese.com.br/2017/a-verdadeira-serpente-do-farao/>. Acesso em: 10/08/2019.

JOHN C. KOTZ, PAUL M. T. JR. **Química geral e reações químicas**. Tradução Flávio Maron Vichi. 5ª ed. V.1 – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: EDUSP, 2004.

LIMA, J. G.; Alves, I. M.R.; Aulas experimentais para um ensino de química mais satisfatório. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 428-447, jan./abr. 2016.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da pesquisa em educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

1 Video (10 min). How to make the Pharaoh's Serpent (Mercury (II) Thiocyanate). **Publicado pelo canal NileRed**, 2014. Disponível em: <https://m.youtube.com/watch?v=PC3o2KgQstA>. Acesso em: 10 ago. 2019.

RUSHTON, G. T.; LOTTER, C.; SINGER, J. Chemistry teachers' emerging expertise in inquiry teaching: the effect of a professional development model on beliefs and practice. **Journal of Science Teacher Education**, v. 22, n. 1, p. 23-52, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETTZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**, 3. ed. Ijuí-RS: Editora Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. 1. ed. Ijuí-RS: Editora Unijuí, Coleção Educação em Química, 2010.

SILVA. R. R; MACHADO. P. F. L; TUNES. E. **Experimentar Sem Medo de Errar**. In: SANTOS, W.L. P; MALDANER. O.A(org). Ensino de Química em Foco. Ijuí-RS: Editora Unijuí, 2010. p.231-261.

SILVA, ADILSON LUIS PEREIRA; COSTA, HAWBERTT ROCHA. **Contextualização e experimentação na revista química nova na escola: uma análise das edições de 2009 à 2016. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 331-352, mai./ago. 2019.**

SOUZA, G. V; MELLO, I. C.; SANTOS, L.M.P. **Ciências Naturais: Licenciatura em pedagogia convênio Brasil Japão. Cuiabá-MT: EdUFMT, 2011.**

ZOMPERO, A.F.; LABURU, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio-Pesquisa em Educação em ciências, v.13, n.3, p.67-81, 2011.**