

Sequência didática fundamentada em experimentação: Uma estratégia para o ensino de tabela periódica e reações químicas a partir de materiais alternativos de baixo custo

Didactic sequence grounded in experimentation: A strategy for teaching periodic table and chemical reactions using low-cost alternative materials

Secuencia didáctica basada en experimentación: Una estrategia para la enseñanza de la tabla periódica y reacciones químicas utilizando materiales alternativos de bajo costo

Recebido: 20/08/2023 | Revisado: 27/08/2023 | Aceitado: 28/08/2023 | Publicado: 02/09/2023

Frederico Barrogi dos Anjos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3503-8359>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: fredericoanjos@unipampa.edu.br

Ana Carolina Gomes Miranda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6675-6033>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: ana.miranda@ufop.edu.br

Resumo

A presente pesquisa versa sobre a utilização de atividades experimentais realizadas com materiais alternativos em aulas de Química em uma escola pública do município de Dom Pedrito. Tendo como foco principal investigar se a utilização destas atividades pode ou não potencializar o processo de ensino e aprendizagem em Química. Desta forma, propusemos responder a seguinte questão: Como favorecer o processo de ensino e aprendizagem de Química, por meio da utilização de atividades experimentais com materiais alternativos e de baixo custo em escolas públicas da cidade de Dom Pedrito? O público-alvo foram estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública do município. Foram elaboradas e aplicadas duas sequências didáticas (SD) fundamentadas em atividades experimentais e materiais alternativos. Os resultados revelaram que houve contribuições relevantes no tocante da aprendizagem dos estudantes.

Palavras-chave: Atividades experimentais; Materiais de baixo custo; Ensino de química.

Abstract

The present research focuses on the use of experimental activities carried out with alternative materials in Chemistry classes at a public school in the municipality of Dom Pedrito. The main focus is to investigate whether the use of these activities can or cannot enhance the teaching and learning process in Chemistry. Thus, we aimed to answer the following question: How to enhance the teaching and learning process in Chemistry through the use of experimental activities with alternative and low-cost materials in public schools in the city of Dom Pedrito? The target audience consisted of 9th-grade students from a public school in the municipality. Two didactic sequences (DS) based on experimental activities and alternative materials were developed and implemented. The results revealed significant contributions regarding students' learning.

Keywords: Experimental activities; Low-cost materials; Chemistry teaching.

Resumen

La presente investigación aborda el uso de actividades experimentales realizadas con materiales alternativos en clases de Química en una escuela pública de la ciudad de Dom Pedrito. El enfoque principal es investigar si el uso de estas actividades puede potenciar o no el proceso de enseñanza y aprendizaje en Química. De esta manera, planteamos responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de Química mediante el uso de actividades experimentales con materiales alternativos y de bajo costo en las escuelas públicas de la ciudad de Dom Pedrito? El público objetivo fueron estudiantes del 9º año de la educación primaria de una escuela pública de la ciudad. Se elaboraron y aplicaron dos secuencias didácticas (SD) basadas en actividades experimentales y materiales alternativos. Los resultados revelaron contribuciones relevantes en lo que respecta al aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: Actividades experimentales; Materiales de bajo costo; Enseñanza de química.

1. Introdução

Atualmente sabe-se da necessidade de um jovem saber reconhecer o valor da ciência, e, por intermédio dela buscar novos conhecimentos para si, tanto em nível escolar quanto para sua vida. Visando tornar isso possível, é desejável que a química seja ensinada de uma forma inovadora, problematizada, contextualizada e significativa.

Desta forma, para que se tenha um ensino de Ciências voltado para uma aprendizagem duradoura, é necessário despertar no estudante o interesse para a compreensão do mundo em que vive, possibilitando o desenvolvimento do seu senso crítico e espírito investigativo. Desta forma esse objetivo pode tornar-se alcançável quando, na escola, faz-se uso de atividades diferenciadas, fugindo da fria relação professor/quadro/aluno/livro.

De maneira geral as aulas experimentais despertam um enorme interesse entre os alunos nos mais variados níveis de escolarização, derrubando a velha crença que as aulas das disciplinas de Ciências são chatas, cansativas e difíceis de serem entendidas. Uma das maiores dificuldades no ensino de química é criar um elo entre o que é ensinado e o dia a dia dos alunos.

A utilização de atividades experimentais nas aulas de Química/Ciências tem a sua importância estudada em diversos trabalhos realizados ao longo dos anos, e desses, a maioria aponta a experimentação como uma ferramenta bastante eficaz para a melhora no processo de aprendizagem dos estudantes, visto que são consideradas motivadoras e conseguem trazer para o plano real o que os estudantes só veem na teoria e de forma bastante abstrata (o que é uma característica da Química). Além dos “benefícios” das atividades experimentais apresentados, elas têm a capacidade de, em muitos casos, desmistificar a Química, pois esta disciplina é vista como “difícil” pelos estudantes em geral.

Apesar de se ter diversas pesquisas que mostram as potencialidades das atividades experimentais para o processo de aprendizagem da disciplina de Química, geralmente elas não são realizadas por diversos motivos, como falta de tempo, falta de preparo dos professores que ministram a disciplina, entre outros, mas os maiores empecilhos para a realização de experimentações nas aulas de Química são a falta de laboratórios e/ou falta de materiais para a efetivação deste tipo de aula.

Desta forma, a utilização de materiais alternativos e/ou de baixo custo, se apresentam como uma possibilidade real de trazer atividades experimentais para o cotidiano das escolas, mesmo aquelas com maior restrição de espaço adequado (pois essas atividades podem ser realizadas em sala de aula) e de recursos financeiros. Além de ser um atenuante quanto a questão financeira e de estruturas físicas, as atividades experimentais com materiais alternativos ainda podem assumir outras funcionalidades.

Diante do exposto, a presente pesquisa possui a seguinte questão norteadora: ***Como favorecer o processo de ensino e aprendizagem de Química, por meio da utilização de atividades experimentais com materiais alternativos e de baixo custo em escolas públicas da cidade de Dom Pedrito?***

Com intuito de solucionar essa questão, este trabalho visa a utilização de materiais didáticos para aulas práticas de química que sejam simples, mas que venham a despertar nos alunos, a partir da sua utilização, a curiosidade e o gosto pela disciplina.

Diante disso, o objetivo deste artigo é investigar as contribuições didático-pedagógicas no processo de ensino e aprendizagem em química, por meio da utilização de atividades experimentais e materiais alternativos.

2. Aporte Teórico: Atividades Experimentais

No Brasil, as pesquisas sobre o ensino de Química no ensino fundamental e médio são ainda relativamente recentes, pode-se dizer que tiveram seu início no ano de 1940, com a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), intensificando-se, porém, após a criação dos dois primeiros programas de pós-graduação em ensino de ciências, na Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no início dos anos 1970. É nessa mesma década de 70 que a utilização da experimentação ganha força entre os pesquisadores da área da educação, pois eles

percebem a importância de se fazer a conexão entre teoria e prática.

A partir desse momento ocorreu um progressivo resgate da prática, da apresentação de atividades experimentais em ciências em sala de aula e quando havia a possibilidade em laboratórios didáticos. A produção de experimentos que visam facilitar a aprendizagem de conceitos básicos contribui para mudanças de concepções, ocorridas em função do processo ensino/aprendizagem. Segundo Axt (1991) e Fonseca e Soares (2016), além de não ser novidade e o problema ainda não ter sido resolvido, o reduzido número de atividades experimentais é uma crítica constantemente dirigida ao ensino das ciências nas escolas de níveis Fundamental e Médio, mesmo sabendo-se que a experimentação desperta um forte interesse nos alunos em diferentes níveis de escolarização, pois os mesmos costumam atribuir à prática experimental um caráter motivador, significativo e essencialmente vinculado aos sentidos (Maria, et al. 2001).

Trazendo a discussão para a área específica da Química, como ela é uma ciência experimental, fica muito difícil aprendê-la sem a realização de atividades práticas. Sendo de consenso dos professores de Química que atividades experimentais auxiliam na consolidação do conhecimento, além de ajudar no desenvolvimento cognitivo do aluno (Giordan, 1999). Santos e Menezes (2020) compartilham desse mesmo entendimento quando afirmam que “a experimentação consegue alcançar seus objetivos de potencializar a aprendizagem, uma vez que a reflexão epistemológica dessa ação ocasionará uma sistematização e se adequará à necessidade dos alunos a quem será destinada.”

Apesar de se ter conhecimento dos benefícios que as atividades experimentais trazem à relação ensino/aprendizagem, é também de suma importância entender como estas atividades devem ser conduzidas para que se obtenha o resultado esperado, (Domin 1999; Lima & Alves, 2016; Santos & Menezes, 2020), por exemplo, argumentam que as atividades de laboratório muitas vezes, apresentam natureza de “receita de cozinha” e são preparadas com o propósito de consumir mínimos recursos, tempo, espaço, equipamentos e pessoal. Pouca ênfase é dada ao planejamento experimental e à interpretação dos resultados obtidos.

Para que se evite cometer os equívocos anteriormente citados, Guerra et al. (2018) afirmam que os professores devem estar bem-preparados para que utilizem as atividades experimentais de forma adequada a favorecer a apropriação do conhecimento por parte dos estudantes. Dizem também, que o mais importante, não é o simples fato de os alunos realizarem as experimentações, mas que estas venham a estimular neles uma visão crítica que estimule o seu processo cognitivo.

Materiais Alternativos e as Atividades Experimentais

A simulação de situações do cotidiano para o entendimento dos fenômenos químicos na natureza só pode ser feita se for reunida uma série de condições favoráveis e, por isso mesmo, essa simulação nem sempre é possível. Como forma de exemplificar essa o que foi dito anteriormente, faremos uso de um fenômeno físico: quando avistamos no céu um arco-íris, estamos vendo a dispersão da luz branca, mas para que isso ocorra, são necessárias condições meteorológicas adequadas, o que não é possível de programar, portanto não temos garantia de que poderemos utilizar o fenômeno para exemplificar o espectro de linhas. É exatamente em função da dificuldade de observarem muitos dos fenômenos na natureza que as escolas possuem ou, pelo menos, deveriam possuir de laboratórios para o ensino de Ciências.

Por sua vez, os laboratórios são construções caras, geralmente equipados com instrumentos sofisticados, exigem técnicos para mantê-los em funcionamento, os alunos precisam se deslocar até eles, as turmas não podem ser grandes para que as atividades sejam realizadas de forma adequada, os materiais têm que ser frequentemente substituídos e renovados, há a necessidade de constante compra de reagentes e materiais de consumo utilizados nesses espaços.

Apesar da dificuldade de se construir e manter um laboratório de Química é de conhecimento geral de representantes da comunidade científica (Hodson, 1998) que ele é uma ferramenta fundamental ao ensino. Uma forma intermediária entre ter e não ter um laboratório bem equipado é a proposta da realização de experimentos com materiais de baixo custo ou de uso

doméstico (por exemplo, podemos demonstrar através da mistura de vinagre e bicarbonato de sódio, ambos materiais de baixo custo e facilmente encontrados em supermercados, uma reação orgânica que produz gás carbônico).

A experimentação de baixo custo representa uma alternativa cuja importância reside no fato de diminuir o custo operacional dos laboratórios e gerar menor quantidade de resíduos químicos (além de permitir que mais experiências sejam realizadas durante o ano letivo) (Vieira et al., 2007). Corroborando com Vieira e colaboradores, Queiroz (2019) diz que:

A utilização de materiais alternativos de fácil acesso em aulas experimentais, pode fazer com que essa prática se torne cada vez mais comum entre os professores de escolas de ensino regular, fazendo com que os alunos relacionem cada vez mais os conteúdos ministrados nas aulas práticas com a teoria, proporcionando uma construção mais efetiva do conhecimento sobre química (Queiroz, 2019, p.53).

Uma maneira de superar as limitações dos laboratórios das escolas que, quando existem são, geralmente mal equipados, é desenvolver nas aulas práticas, experimentos de baixo custo, através da utilização de materiais alternativos. As aulas experimentais, que dificilmente são realizadas devido à indisponibilidade de recursos materiais, passam a ser possíveis quando se supera a limitação da escola através do uso do material alternativo (Pereira, 2013).

Em sua dissertação, Guedes (2017) define materiais alternativos e de baixo custo como aqueles que apresentam algumas características em comum, tais como: são simples, baratos e de fácil aquisição. Ele afirma ainda que a utilização desses materiais para a elaboração de atividades experimentais facilita o processo de ensino-aprendizagem e devem ser utilizados como uma maneira de driblar as dificuldades financeiras que muitas escolas enfrentam.

Cabe aqui frisar que a utilização de materiais alternativos, neste trabalho, além da questão financeira e de falta de condições ideais para o trabalho experimental nas escolas, é também uma opção didática, em concordância com o que dizia Ribeiro (1955) há mais de sessenta anos e que, lamentavelmente até hoje ainda parece ser uma ideia revolucionária:

(...) aparelhos e montagens improvisadas, executadas com os recursos mais modestos em laboratórios, devem ser consideradas não como uma solução de emergência, mas ao contrário, como uma nova técnica desejável para desenvolver as capacidades construtivas e inventivas do estudante (Ribeiro, 1955, p. 54).

Reforçando o que já foi dito anteriormente, a ideia de se utilizar, nas atividades experimentais, materiais alternativos, não tem sua origem somente no valor financeiro, mas também na possibilidade de que o aluno possa, juntamente com o professor, fazer parte de todo o processo de construção conhecimento, através da elaboração dos aparatos que serão utilizados na atividade experimental e na realização da mesma. A utilização da experimentação alternativa nas aulas de Química, auxilia o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que a aula se torne interativa, onde os alunos possam participar de maneira ativa (Alves-Filho, 2000). A familiaridade com os materiais utilizados aproxima o aluno do conhecimento científico, porque mostra que a ciência se aplica ao mundo real, que está a sua volta. Além disso, permite a ele a criação de hipóteses de forma intuitiva, partindo de conhecimentos prévios que possui em relação aos materiais que serão utilizados nas experimentações.

3. Metodologia

A presente pesquisa apresenta como produto educacional uma sequência didática aplicada ao ensino fundamental com intuito de abordar os conteúdos de tabela periódica e reações químicas. Essa sequência didática foi aplicada em uma escola pública municipal do município de Dom Pedrito, RS.

A abordagem da pesquisa é qualitativa. Bogdan e Biklen (1982) destacam que a pesquisa qualitativa possui como fonte direta de dados o ambiente natural, pois parte-se do pressuposto que o comportamento humano é significativamente

influenciado pelo contexto em que os sujeitos estão inseridos. Além disso, nesse tipo de investigação, os pesquisadores mergulham no mundo dos sujeitos observados, tentando compreender seu comportamento e como constroem a realidade que atuam.

A pesquisa foi realizada em quatro etapas: Diagnóstico, Elaboração do material didático, aplicação deste material e a avaliação dos resultados obtidos.

Para a realização do diagnóstico foram aplicados questionários aos docentes que ministram aulas de Ciências (anos finais do ensino fundamental) e Química (ensino médio) de escolas públicas do município de Dom Pedrito -RS, onde os educadores responderam quais eram os conteúdos que eles sentiam maior dificuldade em ensinar e quais conteúdos percebiam maior dificuldade de aprendizagem dos estudantes. Após estudo detalhado das respostas obtidas nos questionários foi possível concluir que os conteúdos que apresentam maior dificuldade de ensino e aprendizagem são: **Tabela Periódica e Reações Químicas**

Com base nos dados obtidos através do questionário aplicado, foram selecionados os conteúdos que apresentam maior dificuldade de apropriação por parte dos alunos e a partir deles procederam-se pesquisas para a elaboração de materiais didáticos, para aulas experimentais utilizando recursos simples e de fácil aquisição.

Para análise dos dados obtidos, optou-se em utilizar a análise de conteúdo. A técnica de análise de conteúdo permite ao pesquisador a compressão do processo de construção de significados que os sujeitos exteriorizam no discurso. Justamente, por favorecer o entendimento e a interpretação das representações do indivíduo sobre sua realidade (André, 2001).

Dentro desse contexto, apresentamos no presente artigo duas sequências didáticas, Quadros 1 e 2, sobre tabela periódica e reações químicas para serem aplicadas, bem como auxiliarem professores de Ciências do nível fundamental e médio.

Antes e após a aplicação dos materiais elaborados foi realizada uma avaliação, via questionários diagnósticos aplicados aos estudantes, para que fosse possível perceber as potenciais contribuições do material didático elaborado na aprendizagem dos conteúdos estudados.

Quadro 1 - Sequência Didática – Tabela Periódica.

<i>Sequência Didática 1</i>
Tema: Tabela Periódica
Objetivos: Apresentar aos alunos propriedades de alguns elementos da Tabela Periódica através de Atividades Experimentais.
Conteúdos: Conceitos, características e demonstrações sobre transição eletrônica (saltos quânticos) de materiais compostos por elementos específicos da Tabela Periódica.
Habilidades da BNCC: EF09CI03 Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.
Tempo de Execução Previsto: 3h/a
Materiais necessários: Para esta atividade utilizou-se lamparina a álcool (pode ser substituída por vela), fósforo ou isqueiro, alça metálica, e sais de alguns elementos químicos que podem facilmente ser encontrados no mercado como cloreto de sódio (sal de cozinha), sulfato de cobre (pesticida/herbicida), cloreto de cálcio (antimofa) e cloreto de potássio (fertilizante).
Montagem e execução: A atividade experimental se dará através do teste de chama, que será realizado utilizando-se sais de alguns elementos da tabela periódica tais como sódio, cálcio, potássio e cobre. O teste será feito da seguinte forma: com auxílio de uma alça metálica, será pega uma pequena porção do sal do elemento e após será levado à chama de uma vela ou lamparina a álcool para a queima e os estudantes deverão anotar as cores da chama formada na queima de cada um dos diferentes elementos. Os elementos utilizados nesta atividade foram: cloreto de sódio (sal de cozinha), sulfato de cobre (pesticida/herbicida), cloreto de cálcio (antimofa) e cloreto de potássio (fertilizante). Esses sais foram escolhidos pois são facilmente encontrados no comércio.
Detalhamento das Aulas: No início da aula foi aplicado um de questionário diagnóstico para levantamento do conhecimento dos alunos a respeito do tema abordado, que foi a estrutura atômica e distribuição eletrônica em camadas dos elementos da tabela periódica, além de como e por que ocorrem os saltos quânticos, após essa etapa, foi apresentada aos alunos uma situação problema que consistiu no seguinte questionamento: “O espetáculo da queima de fogos no Réveillon e em uma série de outras comemorações encanta pela explosão de cores e formas. Como na maior parte das situações cotidianas, também tem Química neste processo. Como vocês explicariam esses fenômenos luminosos”, para a pesquisa e resposta dessa tarefa foram destinados em torno de vinte minutos. A seguir foi feita uma breve explanação

sobre o conteúdo. Em seguida procedeu-se à atividade experimental demonstrativa, que se deu através do teste de chama, que foi realizado utilizando-se sais de alguns elementos da tabela periódica tais como sódio, cálcio, potássio e cobre. O teste foi feito da seguinte forma: com auxílio de uma alça metálica, foi pega uma pequena porção do sal do elemento e após levado à chama de uma lamparina a álcool para a queima e os estudantes anotaram as cores da chama formada na queima de cada um dos diferentes elementos. Por fim foi solicitado aos alunos que fizessem uma atividade de investigação que consistiu em uma pesquisa onde os estudantes tiveram de responder por que os elétrons dos diferentes elementos emitem cores distintas ao voltarem para as suas camadas eletrônicas de origem. A atividade pôde ser feita por meio da internet ou na biblioteca da escola. Ao final, foi aplicado um questionário diagnóstico com o intuito de perceber se houve, através da atividade experimental, incidência de apropriação do conhecimento sobre o conteúdo estudado.

Fonte: Autores.

A Figura 1 traz os materiais que foram utilizados para a realização da atividade experimental de teste de chama que é relativa à tabela periódica mencionada na sequência didática apresentada no Quadro 1.

Figura 1 - Materiais utilizados na atividade experimental relacionada à Transição Eletrônica.



Fonte: Autores.

Ressalta-se que a sequência didática abordando o tema da Tabela Periódica demonstrou ser uma abordagem educativa valiosa para explorar as propriedades dos elementos químicos por meio de atividades experimentais. A estrutura da sequência foi estrategicamente planejada, incluindo a etapa de levantamento de conhecimentos prévios por meio de um questionário diagnóstico. Isso permitiu ao professor adaptar a abordagem com base nas percepções iniciais dos alunos. A situação problema apresentada, relacionando a queima de fogos e fenômenos luminosos a conceitos químicos, engajou os estudantes e estimulou a pesquisa ativa.

A atividade experimental do teste de chama, utilizando diversos sais de elementos, demonstrou de forma visual e prática a emissão de cores características quando os elétrons retornam para suas camadas eletrônicas de origem. Isso proporcionou aos alunos uma experiência direta e concreta para compreender o fenômeno da transição eletrônica.

Além disso, a inclusão da pesquisa investigativa como parte da sequência permitiu que os alunos se aprofundassem na compreensão dos fundamentos por trás das cores emitidas pelos elétrons durante o teste de chama. Isso incentivou a pesquisa independente e a exploração mais profunda do conteúdo. O Quadro 2 apresenta a SD 2.

Quadro 2 - Sequência Didática – Reações Químicas.

<i>Sequência Didática 2</i>
Tema: Reações Químicas
Objetivos: Apresentar aos alunos e fazê-los identificar e compreender as Reações Químicas através de Atividades Experimentais.
Habilidades da BNCC: EF06CI02 Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).
Tempo de Execução Previsto: 3h/a
Materiais necessários: Foram utilizados lousa, caneta, papel alumínio, garrafa PET, mangueira, bandeja, bacia ou copo de Becker de 2L com água e detergente líquido, isqueiro, bicarbonato de sódio, soda cáustica comercial, detergente líquido e vinagre.
Montagem e execução: A atividade experimental é a reação do alumínio (papel alumínio) com o hidróxido de sódio (soda comercial) em uma garrafa PET com uma mangueira adaptada à sua tampa. A partir da reação dos dois componentes haverá a liberação de gás hidrogênio, o qual, através da mangueira adaptada à tampa do recipiente, será “borbulhado” em uma bacia com água e detergente, as bolhas formadas pelo detergente estarão saturadas de gás hidrogênio e a presença deste gás poderá ser comprovada através da combustão do mesmo. Deve-se fazer uma diluição da soda cáustica comercial a uma concentração de 30% para que a reação seja mais lenta e possa ser melhor visualizada.
Detalhamento das Aulas: No início da aula foi aplicado um de questionário diagnóstico para levantamento do conhecimento dos alunos a respeito do tema abordado, após essa etapa, os alunos foram confrontados com a seguinte situação problema: “As reações químicas remontam ao tempo dos alquimistas e desde lá elas vêm sendo utilizadas e verificadas em nosso dia a dia, você saberia identificar alguns dos diversos sinais que confirmam a ocorrência de uma reação?”. Logo após foi realizada uma breve explanação sobre reações químicas, indício de sua ocorrência e suas aplicações no cotidiano das pessoas. Em seguida realizou-se uma atividade experimental demonstrativa, que, através utilização de aparato elaborado para tal fim, demonstrou-se uma reação química. A atividade experimental apresentada aos estudantes foi a reação do alumínio (papel-alumínio) com o hidróxido de sódio (soda comercial) em uma garrafa PET com uma mangueira adaptada à sua tampa. A partir da reação dos dois componentes houve a liberação de gás hidrogênio, o qual, através da mangueira adaptada à tampa do recipiente, foi “borbulhado” em uma bandeja plástica preenchida até a metade do seu volume com água com detergente, as bolhas formadas pelo detergente ficaram saturadas de gás hidrogênio e a presença deste gás pôde ser comprovada através da combustão do mesmo. Por fim foi proposta aos alunos uma investigação que consistiu em uma pesquisa sobre qual reação química ocorreu no experimento que eles observaram. Para a realização desta atividade investigativa os estudantes foram orientados a utilizar a internet ou livros na biblioteca da escola. No início do último encontro foi aplicado um questionário diagnóstico com o intuito de perceber se houve, através da atividade experimental, um aumento no conhecimento dos alunos sobre o conteúdo estudado.

Fonte: Autores.

A Figura 2 traz os materiais que foram utilizados para a realização da atividade experimental relativa ao conteúdo de reações químicas mencionada na sequência didática apresentada no Quadro 2.

Figura 2 - Materiais e aparato para atividade experimental sobre Reações Químicas.



Fonte: Autores.

Desta forma, a sequência didática sobre Reações Químicas apresentou-se como uma abordagem rica e envolvente para a compreensão desse conceito vital da Química. Através da combinação de questionamentos iniciais, atividades

experimentais tangíveis e pesquisa investigativa, os alunos foram estimulados a se envolver ativamente no aprendizado e na exploração das reações químicas.

4. Resultados e Discussão

Em relação ao conteúdo de Tabela periódica, foram analisados os conceitos referentes a transição eletrônica. No Quadro 3 estão descritas as categorias criadas para análise das respostas obtidas através dos questionários diagnóstico inicial e final.

Quadro 3 - Categorias e critérios de avaliação das respostas dos estudantes.

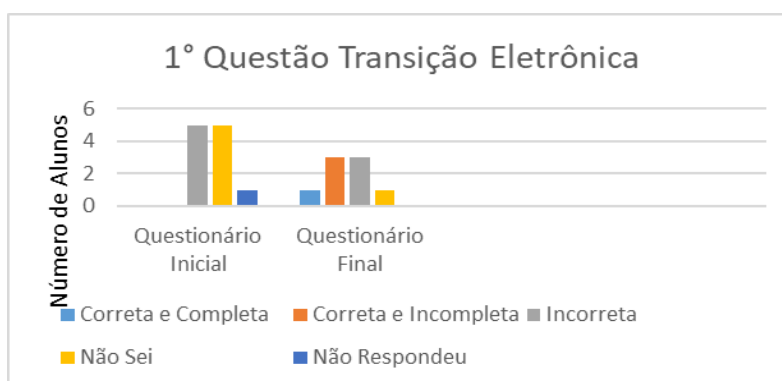
Categoria	Critérios de Avaliação
Correta e Completa	Aquelas que apresentaram o uso correto dos conceitos apresentados assim como a totalidade das opções apresentadas marcadas corretamente (quando se tratarem de questões de múltipla escolha)
Correta e Incompleta	Respostas que apresentaram alguma incorreção na aplicação dos conceitos e/ou erros na escolha das opções apresentadas, desde que contenham algum grau de correção
Incorreta	Respostas que se apresentaram totalmente erradas em relação aos conceitos e sem nenhuma escolha correta para as questões de múltipla escolha
Não Sei	Respostas que apresentaram apenas o termo “não sei” como resposta
Não Respondeu	Perguntas que foram deixadas em branco pelos estudantes

Fonte: Autores.

Para Análise da parte relacionada a Tabela periódica escolheu-se aleatoriamente duas questões do questionário aplicado. Para prevenir possíveis distorções na análise dos dados, as questões nas quais os estudantes poderiam marcar mais de uma resposta correta foram descartadas, pois durante a leitura das mesmas foi detectada a possibilidade de os discentes chegarem a resultados “falsos” corretos. Para fins de apresentação das respostas dadas pelos estudantes, sem que eles sejam identificados, eles serão apresentados pelas siglas E1, E2,..., E13.

Diante do exposto, no Gráfico 1 estão expostos os resultados referentes aos conhecimentos de transição eletrônica relacionados a seguinte pergunta apresentada no questionário: **“Um fato comum ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Como você explicaria essa mudança na cor da chama?”**, e teve por objetivo mostrar aos estudantes que um tema aparentemente muito abstrato, por ocorrer a níveis atômicos, está presente no cotidiano, inclusive no momento da preparação de alimentos. Essa estratégia de trazer a Química a “nível atômico” para a realidade dos alunos foi utilizada para auxiliar na aprendizagem.

Gráfico 1 - Comparativo das respostas dos questionários inicial e final para a 1ª questão sobre Transição Eletrônica.



Fonte: Autores.

Ao analisar o gráfico, percebeu-se que as respostas apresentadas pelos estudantes no questionário inicial foram em sua maioria categorizadas como “Incorretas” e “Não Sei”, nessa etapa da intervenção, foi possível perceber que os participantes da pesquisa não possuíam, pelo menos não o suficiente para expressá-lo, conhecimento sobre o conteúdo abordado visto que não houve, nesse primeiro questionamento sequer uma resposta “Correta e Completa” ou “Correta e Incompleta”. Seguir serão apresentadas algumas das respostas obtidas para a questão 2 do questionário diagnóstico inicial sobre Transição Eletrônica:

E1: Porque cai água no fogo e ele fica fraco eu acho.

E4: Porque no momento que pega água no fogo ele muda geralmente a cor por conta do fogo com a água.

E8: Não Sei

Observando-se o Gráfico 1 é possível perceber que ocorreu uma nítida melhora no entendimento do conceito de Transição Eletrônica por parte dos estudantes, pois enquanto no questionário inicial não se obteve nenhuma resposta correta (mesmo que incompleta), no questionário final as categorias “Correta e Completa” e “Correta e Incompleta” somaram 50% do total das respostas. Se observarmos somente os números apresentados, apenas metade da turma conseguir responder à pergunta com algum grau de correção um aproveitamento abaixo do esperado, no entanto quando observamos a evolução dos estudantes percebemos que a evolução foi significativa. Dentre as respostas com algum grau de correção podemos destacar as seguintes:

E7: Os elétrons com a mudança de camadas podem também mudar de cor.

E8: A mudança ocorre, pois, cada elemento tem uma cor específica ao entrar em contato com a chama.

E13: Ele possui o sal de cozinha e quando derrama, o sódio faz com que a chama mude de cor, por meio da transição eletrônica.

A partir das respostas apresentadas anteriormente pode-se perceber que, apesar de faltarem alguns aspectos teóricos para que elas sejam totalmente corretas, já é possível perceber a evolução na aprendizagem após os estudantes terem sido apresentados a uma explanação teórica e uma atividade experimental expositiva sobre o tema. Essa dificuldade em elaborar respostas corretas e completas mesmo após uma atividade experimental pode residir em uma característica geralmente apresentada pelos estudantes de Química indicada por Assai e Freire (2017), onde elas afirmam que os estudantes não conseguem relacionar explicações em nível microscópico (parte da Química que se relaciona aos átomos, íons, moléculas etc) com a parte macroscópica da Química (parte onde se pode ver e manipular materiais, descrever propriedades como densidade, ponto de fusão, etc), salientam também que em função dessa dificuldade, os estudantes acabam se importando apenas com os aspectos observáveis do fenômeno visualizado, o que é insuficiente para uma aprendizagem completa dos conceitos químicos. Quando levamos em conta a evolução da aprendizagem dos estudantes tiveram podemos atrelá-la à utilização da atividade experimental que foi realizada, pois conforme afirma Souza et al. (2013):

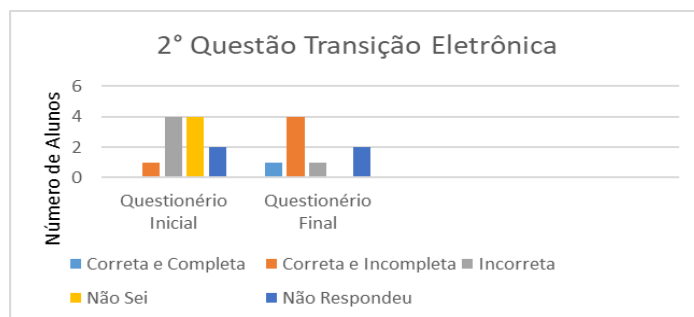
A experimentação nas aulas de Química tem função pedagógica, ou seja, ela presta-se a aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica (Souza et al., 2013, p.13).

Diante do exposto é bastante plausível a possibilidade de fazer uma ligação entre a evolução dos conhecimentos dos alunos sobre o conteúdo estudado e a utilização da atividade experimental, mesmo que esta não tenha sido suficiente para que se obtivesse um entendimento completo do objeto de estudo.

Em prosseguimento à análise e discussão dos resultados obtidos na pesquisa, o Gráfico 2 traz as informações referentes à questão do questionário sobre Transição Eletrônica que indagava os estudantes sobre: **“Fogos de artifício, largamente utilizados nas comemorações de natal e ano novo, estão cada vez menos barulhentos e mais coloridos. Na**

sua opinião, qual fenômeno químico ocorre para que se formem as cores nesses artefatos?”, essa questão objetivou apresentar uma aplicação prática e conhecida de todos na sala de aula (foi perguntado se eles já haviam visto algum show pirotécnico, seja ao vivo ou pela televisão e todos afirmaram que sim) do conceito que estava sendo estudado, no intuito de, mais uma vez, tentar demonstrar que a Química está muito mais presente na rotina diária desses estudantes do que eles imaginam, visto que geralmente essa disciplina é tida como distante da realidade dos educandos.

Gráfico 2 - Comparativo das respostas dos questionários inicial e final para a 2ª questão sobre “Transição Eletrônica”.



Fonte: Autores.

Analisando os dados apresentados no Gráfico 2 para o questionário diagnóstico inicial, pode-se depreender que o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema, como percebido na questão anterior sobre Transição Eletrônica, podem ser considerados incipientes, pois de todos os participantes desta etapa da pesquisa, nenhum deles foi capaz de dar uma resposta que pudesse ser considerada correta e completa, apenas um conseguiu apresentar uma resposta que foi categorizada como correta e incompleta. O restante das respostas dividiu-se entre as categorias incorreta, não sei e não respondeu. É possível observar a análise supracitada a partir das respostas dos estudantes:

E4: Eu acho que cores que pintam tintas ou também corante.

E8: Não Sei

E9: Não tenho ideia, mas acredito que possa ser a utilização em menos volume de produtos tóxicos.

Vale destacar que o estudante E7 deu a seguinte resposta considerada correta e incompleta: “As cores são obtidas quando adicionamos sais de diferentes metais às misturas explosivas”. Percebe-se que o estudante conseguiu relacionar a utilização de sais de diferentes metais à produção de cores nos fogos de artifício, mas não soube explicar o conceito químico que estava envolvido.

Após análise dos resultados obtidos na 2ª questão do questionário diagnóstico final sobre a temática Tabela Periódica e o conteúdo Transição Eletrônica percebeu-se que os estudantes conseguiram apresentar respostas mais elaboradas quando comparados com as respostas da mesma questão no questionário inicial. Mais uma vez foi possível constatar que a explanação teórica e a atividade experimental expositiva, não foram suficientes para que os alunos alcançassem alto grau de cognição em relação ao que lhes foi apresentado, pois apenas um dos estudantes conseguiu apresentar resposta que se encaixava na categoria das corretas e completas. Dentre as respostas com algum grau de correção podemos destacar as seguintes:

E7: As cores dos fogos são formadas quando colocamos metais neles, como cobre, sódio, estrôncio.

E8: Quando o átomo volta para a sua camada de origem ele emite a cor específica do elemento utilizado

E13: Os fabricantes misturam sais de diferentes elementos para deixar mais coloridos

O fato de os alunos não alcançarem uma aprendizagem mais sólida pode ser compreendido como parte do processo de ensino e aprendizagem, pois conforme Castelan e Rinaldi (2018) as atividades experimentais não são capazes, de sozinhas, resolverem todos os problemas relacionados ao ensino e aprendizagem, pelo contrário, afirmam que essas atividades devem ser trabalhadas em conjunto com outras metodologias, é necessário que haja uma associação entre as aulas teóricas e as experimentações. Corroborando com a análise anterior, Traversi (2016) afirma que apesar de reconhecer a sua importância, a inserção de atividades experimentais não são uma solução para as dificuldades de aprendizagem dos alunos se os professores tratarem o conhecimento científico, suas observações, vivências e medições como fatos que devem ser memorizados.

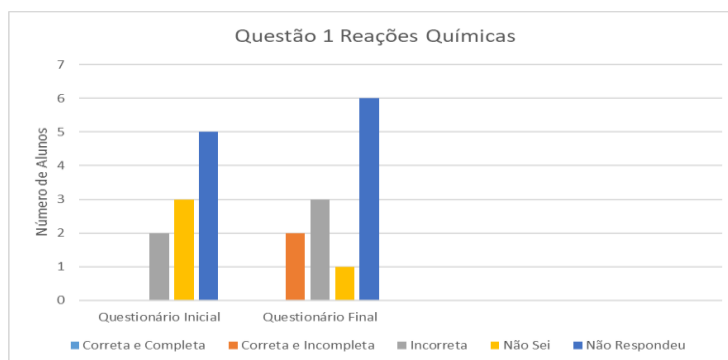
No entanto, o número de respostas corretas e incompletas aumentou em quatro vezes. Um outro dado que chamou atenção foi que no questionário inicial, quatro estudantes responderam “não sei” enquanto no questionário final nenhum deu essa resposta. Já os participantes que não responderam à pergunta se mantiveram em mesmo número. Esses dados representam uma melhora na aprendizagem dos estudantes após a realização da atividade experimental, o que vai ao encontro dos resultados que Silva et al. (2017) relataram em seu estudo, no qual avaliaram a aprendizagem de alguns alunos que receberam apenas um aporte teórico sobre o tema comparando-os com outros que receberam o mesmo aporte teórico e realizaram atividades experimentais. Segundo os autores supracitados, os discentes que alcançaram um melhor rendimento no estudo foram aqueles do grupo que participou das atividades experimentais, fato esse que pode ser compreendido como um indicador de que as atividades experimentais se apresentam como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem.

Nesta etapa do trabalho serão apresentados a análise e a discussão dos dados obtidos através da aplicação de questionários diagnóstico inicial e final relacionados aos conceitos de reações químicas. Para tanto, foram escolhidas de forma aleatória (excetuando-se as questões em que os estudantes poderiam marcar mais de uma resposta correta) duas questões (1 e 4) do questionário diagnóstico.

Os critérios de avaliação utilizados para categorizar as respostas foram os mesmos elaborados para a primeira parte da análise e discussão dos dados e estão disponíveis no Quadro 3 apresentado anteriormente.

Na sequência da análise e discussão dos resultados será apresentado o Gráfico 3, que traz os dados referentes à questão 01 do questionário diagnóstico que versa sobre as Reações Químicas. A referida pergunta apresentada aos estudantes foi a seguinte: “**Quais reações químicas você consegue reconhecer no seu dia a dia?**”, o objetivo de fazer esse questionamento aos alunos foi o de mostrar a eles que o cotidiano que eles vivenciam é rodeado de reações químicas e que em geral elas passam despercebidas e/ou eles não são capazes de reconhecê-las por ignorarem alguns fatores que são indicativos da ocorrência de uma reação.

Gráfico 3 - Comparativo das respostas dos questionários inicial e final para a 1^o questão sobre Reações Químicas.



Fonte: Autores.

Ao se realizar a análise dos resultados que são trazidos pelo Gráfico 3, é possível depreender que os estudantes que fizeram parte do estudo, quando responderam à questão no questionário inicial, não foram capazes de reconhecer nenhuma reação química. A maioria das respostas foram categorizadas (80%) como Não Respondeu ou Não Sei, indicando que os educandos, inicialmente, não conseguiram observar a ocorrência desse fenômeno no seu dia a dia. A categoria de respostas Incorretas representou 20% do total, ou seja, duas ocorrências, que serão apresentadas a seguir:

E4: Louças engorduradas

E9: Reação da água do arroz no fogo

Apesar do pequeno número de respostas apresentadas pelos alunos, apenas duas, que puderam ser analisadas com mais profundidade, fica evidente uma confusão feita por eles, pois suas respostas trouxeram muito mais conceitos relacionados a fenômenos físicos do que químicos

Dando prosseguimento à análise dos resultados apresentados no Gráfico 4, agora focando nas respostas do questionário diagnóstico final, o resultado não se mostrou muito animador, pois, mesmo após a explanação teórica sobre o conteúdo e a realização de uma aula que contou com duas atividades experimentais diferentes, nenhum dos participantes foi capaz de elaborar uma resposta Correta e Completa, 16,67% conseguiu trazer respostas com algum grau de correção, 25% das respostas foram consideradas e categorizadas como Incorretas, índice 5% maior que no questionário inicial, e os outros 58,33% das respostas foram Não Sei ou Não Respondeu. Algumas das respostas serão apresentadas na sequência, sendo duas Corretas e Incompletas e duas Incorretas respectivamente.

E12: Ovo cozido e gelo com salmoura.

E13: Na hora de fazer almoço (relacionou as reações com o cozimento dos alimentos).

E4: Quando lavo a louça.

E5: Mudança de luz, mudança de cheiro.

Tendo por base os dados expostos anteriormente, percebemos que o avanço na aprendizagem foi pequeno, o que é um dado que pode ser considerado contraditório pois, de todas as atividades experimentais realizadas com essa turma de estudantes, as que mais chamaram a atenção e proporcionaram maior interação aluno/professor e aluno/aluno foram as relacionadas às reações químicas. Esse maior interesse apresentado pelos estudantes por essas atividades, possivelmente se devem ao fato de terem sido atividade que foram mais “atrativas aos olhos” dos educandos, pois foram experimentações que envolveram liberação de gás que encheu um balão e outra em que o gás liberado pela reação era borbulhado em água com detergente, o que formava bolhas de sabão inflamáveis. A técnica de se utilizar o aspecto “mágico” nas atividades experimentais na disciplina de Química é reconhecido como um potencializador da aprendizagem assim como afirmam Ferreira, Cardoso e Goulart (2020):

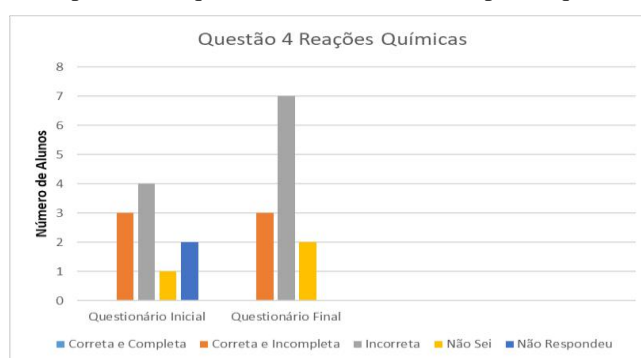
...acredita-se que aliar o lúdico à experimentação pode ser uma forma de auxiliar no processo de Ensino de Química, promovendo sua participação ao longo das aulas e o envolvimento com os assuntos abordados (Ferreira, Cardoso & Goulart, 2020, p.77).

No entanto, é possível que esse viés de “espetáculo” tenha tirado o foco da atividade que era a aprendizagem dos conceitos que estavam envolvidos. Esse aspecto de show que a experimentação em Química pode promover, tem a capacidade de deixar de ser um atrativo e se tornar um empecilho à aprendizagem dos estudantes, pois nem sempre um experimento “fantástico”, será um bom experimento visto que ele pode não resultar em aprendizagens importantes por parte dos estudantes (Souza et. al. 2013). Dessa forma, acredita-se que o avanço (pequeno) na aprendizagem dos alunos possa estar ligado ao

aspecto atrativo e motivador das atividades experimentais e a não efetivação de uma aprendizagem sólida (nenhum aluno conseguiu formular uma resposta Correta e Completa sequer) pode ser atribuído ao fato de que o aspecto de espetáculo não é garantia de aprendizagem, pois essa está mais ligada à habilidade do professor em problematizar, questionar e contextualizar o conteúdo em estudo.

O Gráfico 4, apresenta os resultados obtidos após a categorização das respostas dadas pelos alunos para a questão 4 do questionário referente às reações químicas, o qual trazia a seguinte pergunta: “**Você já deve ter percebido que a massa de um bolo recém assado apresenta furinhos, na sua opinião eles são resultados de uma reação química? Por quê?**”, o objetivo desse questionamento foi identificar se os estudantes eram capazes de perceber a existência de uma reação química, identificável pela formação de um gás, em um contexto doméstico.

Gráfico 4 - comparativo das respostas dos questionários inicial e final para a questão 4 sobre Reações Químicas.



Fonte: Autores.

Conforme os dados obtidos, é possível perceber que nenhum dos estudantes foi capaz de apresentar uma resposta categorizada em correta e completa, visto que em momento algum a liberação de gás foi relacionada à ocorrência de uma reação química, sendo que essa relação era considerada o ponto central da pergunta. Tais conceitos até foram abordados, mas de forma isolada, portanto, as respostas foram categorizadas como corretas e incompletas. Conforme esperado, para um tema complexo e abstrato como reações químicas, no questionário inicial, o maior número de respostas enquadrou-se na categoria das incorretas. A seguir serão apresentados alguns exemplos de respostas apresentadas pelos estudantes que foram consideradas corretas e incompletas:

E1: Por causa do fermento, porque ele se mistura, acho que por isso dá reação.

E4: Sim, porque aquilo é resultado da massa ou até mesmo do “Royal” muitas vezes.

E9: O ar que estava ali presente que saiu e deixou sua marca

Ao analisarmos os dados referentes ao questionário diagnóstico final no momento no qual os estudantes responderam às perguntas após receberem um aporte teórico sobre o tema e terem também participado de uma aula experimental expositiva, mais uma vez nenhuma das respostas foram categorizadas em corretas e completas, o que por si só já seria aspecto a ser estudado, entretanto outros dados inesperados foram constatados: o número de respostas incorretas passou de 40% do total no questionário inicial para 58,33% no final, quando fazemos o mesmo raciocínio para as respostas categorizadas como “Não Sei”, também houve um aumento de 10% para 16,67%. Paralelamente foi possível perceber que nenhum dos estudantes deixou de responder ao questionamento, enquanto que as respostas consideradas corretas e incompletas passaram de 30% no início para 25% no final da investigação sobre o tema Reações Químicas. Das respostas apresentadas pelos estudantes e foram consideradas incorretas podemos destacar algumas

E1: Sim, porque ele se mistura e aquece.

E5: Sim, porque vai aquecimento no forno.

E8: Sim, esses furinhos são resultado da temperatura do forno

Esses exemplos de respostas apresentadas pelos estudantes mostram que eles não conseguem relacionar os “furinhos” na massa do bolo à saída do gás gerado pela reação química do fermento com outros ingredientes do bolo, os estudantes fizeram a relação única e exclusivamente com a temperatura do forno. Esse fato pode ter ocorrido devido a um conceito conhecido como concepções alternativas, essas se diferem dos erros conceituais, pois os erros podem ser corrigidos após algumas explicações sobre o tema em estudo, já as concepções alternativas são fortemente influenciadas pelo contexto do problema e bastante estáveis e resistentes à mudança, podendo inclusive, serem apresentadas por estudantes de nível superior (Viennot 1979). Diversos trabalhos científicos sobre o tema trazem à tona a importância de que o professor tenha plena ciência que os estudantes vêm para a escola com conhecimentos prévios e estes devem ser utilizados como base para o processo de ensino e aprendizagem e para isso devem ser construídas pontes entre as concepções prévias dos alunos e os conceitos cientificamente aceitos (Hoffman et al., 2017). Nesse sentido Miranda et al. (2017) afirmam que:

A identificação dessas concepções pode contribuir para que os professores tenham condições de desenvolver atividades diferenciadas em sala de aula, com o intuito de evitá-las e promover a evolução conceitual dos estudantes em direção às ideias da comunidade científica (Miranda et al., 2017, p. 1808).

Tendo por base o exposto em relação às concepções alternativas, elas, se apresentam como uma possível causa para o baixo rendimento apresentado pelos estudantes quando analisamos as respostas dadas por eles na pergunta 4 do questionário diagnóstico sobre o tema Reações Químicas.

Através da aplicação deste trabalho, foi possível perceber que mesmo as atividades experimentais sendo uma ferramenta de extrema importância no processo de ensino e aprendizagem de Química, uma série de fatores, entre eles, questões epistemológicas afetaram os resultados desta pesquisa. O somatório dessas diversas variáveis, algumas controláveis, outras não, talvez tenham sido fator influenciador no resultado desta pesquisa.

5. Conclusão

Já nos primeiros resultados obtidos no presente trabalho, foi possível perceber que seria um trabalho instigante e desafiador, tendo em vista que a criação, a aplicação e a avaliação da relevância de atividades experimentais com a utilização de materiais alternativos para aplicação em aulas da disciplina de Química, já seriam bastante desafiadores, entretanto, entre o início do trabalho e o seu final passamos por tempos difíceis de pandemia, o que alterou nossas vidas de forma drástica, dando novos contornos à realização desta pesquisa.

A intervenção feita na escola foi bastante enriquecedora, pois foi possível ter um contato mais próximo com uma instituição de ensino pública e periférica do município de Dom Pedrito – RS, podendo fazer parte, mesmo que por um pequeno período, daquela comunidade escolar. Quanto aos objetivos, podemos afirmar que foram plenamente alcançados, pois ao final deste trabalho foi possível, através da análise dos dados, investigar as contribuições didático-pedagógicas no processo de ensino e aprendizagem em química, por meio da utilização de atividades experimentais e materiais alternativos.

Foram interpretados os dados obtidos na pesquisa, realizada junto aos estudantes onde foi possível perceber que, talvez em função do período pandêmico, o alcance e a receptividade dos educandos ficaram prejudicadas.

Minha percepção, enquanto pesquisador foi de que no momento o qual a pesquisa foi realizada, ano de 2021, apesar de caótico, serviu para que novos horizontes se abrissem no que tange a educação, pois tanto as virtudes quanto os defeitos existentes no processo de ensino e aprendizagem foram realçados, portanto, indicando quais caminhos devem ser trilhados e

quais devem ser evitados.

Por fim, além dos materiais didáticos elaborados, fica a experiência do convívio com estudantes da E.M.E.F. Herodiano Arrué da cidade de Dom Pedrito – RS, aos quais eu rendo agradecimentos pela acolhida e disponibilidade, apesar das dificuldades, para participar dessa pesquisa. E que este trabalho possa servir de auxílio a outros professores para que as tão atrativas “aulas práticas” possam fazer parte do dia a dia de todas as escolas, desde as mais abastadas até àquelas que possuem poucos recursos financeiros.

Em continuidade a este estudo, diversas oportunidades de investigação se revelam. Futuras pesquisas podem se concentrar na adaptação das abordagens didáticas propostas para se adequar aos ambientes de ensino remoto, considerando o cenário pandêmico. Além disso, explorar a interação entre os alunos e os materiais didáticos em diferentes contextos e sua influência nas percepções e no aprendizado dos estudantes é uma linha promissora de investigação. Adicionalmente, a análise aprofundada dos desafios e soluções encontrados na implementação prática dessas estratégias pedagógicas pode fornecer dados valiosos para aprimorar a eficácia do ensino da Química.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Pampa e à Universidade Federal de Ouro Preto.

Referências

- Alves Filho, J. P. (2000). Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista. [Tese, doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79015>
- André, M. (2001). Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. *Cadernos de Pesquisa*, (113), 51-64. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742001000100004>
- Assai, N. D. S., & Freire, L. I. F. (2017). A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12(6), 153–172. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID409/v12_n6_a2017.pdf
- Axt, R. (1991). O papel da experimentação no ensino de ciências. In R. Axt & M. A. Moreira (Eds.), *Tópicos em ensino de ciências* (pp. 155-170). Sagra.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1982). *Qualitative Research for Education*. Allyn and Bacon, Inc.
- Brasil. (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental.
- Castelan, S. S., & Rinaldi, C. (2018). A Atividade Experimental no Ensino de Ciências Naturais: Contribuições e Contrapontos. *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(1), 306–320. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID474/v13_n1_a2018.pdf
- Domin, D. S. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *J. Chemical Ed.*, 76(4), 543-547.
- Duarte, M. da S. A. (2017). Ciências no Ensino Fundamental: Concepções de Professores - Limites e Possibilidades. [Tese, doutorado, Universidade Católica de São Paulo]. <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/19959>
- Ferreira, A. P., Cardoso, A. T., & Goulart, S. M. (2020). O Lúdico e a Experimentação: uma Experiência com o Kit Alquimia®. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFG*, 5(2), 72–89. <http://revistas.ifg.edu.br/tecnia/article/view/807>
- Fonseca, W., & Soares, J. A. (2016). A Experimentação no Ensino de Ciências: Relação Teoria e Prática. *Cadernos PDE*, Secretaria da Educação e Esporte.
- Guedes, F. D. F. (2017). Experimentos com Materiais Alternativos: Sugestões para Dinamizar a Aprendizagem de Eletromagnetismo. [Tese, doutorado, Universidade Federal de Goiás].
- Giordan, M. (1999). O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, (10), 43-49. <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>
- Guerra, M. H. F. S., et al. (2018). Uma abordagem das atividades experimentais no Ensino de Química: uso da flor *Ixora Chinensis* como indicador ácido-base. *Revista Thema*, 15(3), 834-847. <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/926>
- Hoffmann, J. L., Nahirne, A. P., & Strieder, D. M. (2017). Um Diálogo sobre as Concepções Alternativas Presentes no Ensino de Ciências. *Arquivos do MUDI*, 21(3), 90-101. <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/download/40944/pdf>
- Lima, J. O. G. de, & Alves, I. M. R. (2016). Aulas experimentais para um ensino de Química mais significativo. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 9(1), 428–447. <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2913>

Miranda, A. C. G., Braibante, M. E. F., & Pazinato, M. S. (2017). Concepções Alternativas sobre Forças Intermoleculares: Um Estudo a partir das Publicações da Área de Ensino. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, n.º Extra, 1807 – 1812. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337430>

Pires, E. A. C., & Malacarne, V. (2016). A formação do professor de Ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 18(1), 183-206. <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1387>

Santos, L. R., Menezes, J. A., & Akahoshi, L. H. (2020). A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, 12(16), 180–207. <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940>

Silva, J. N. da, Amorim, J. S., Monteiro, L. P., & Freitas, K. H. G. (2017). Experimentos de Baixo Custo Aplicados ao Ensino de Química: Contribuição ao Processo Ensino-Aprendizagem. *Scientia Plena*, 13(1). <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/3299>

Souza, F. L. de, Akahoshi, L. H., Marcondes, M. E. R., & Carmo, M. P. do. (2013). Atividades experimentais investigativas no ensino de Química. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CETEC/MEC. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4919613/mod_resource/content/1/GEPEQ_atividades%20experimentais%20investigativas.pdf

Vieira, H. J., Figueiredo-Filho, L. C. S., & Fatibello-Filho, O. (2007). Um Experimento Simples e de Baixo Custo para Compreender a Osmose. *Química Nova na Escola*, 26, 37-39. <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc26/v26a11.pdf>

Viennot, L. (1979). Spontaneous Reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205-221. https://www.researchgate.net/publication/240526457_Spontaneous_Reasoning_in_Elementary_Dynamics