

Experimento Didático para Identificação Qualitativa de Íons Cálcio e Magnésio em Água: Aplicação em uma Mostra de Química

Bruno A. Santos¹; Israel P. D. Nóbrega²; Lucivaldo C. Marinheiro Junior³; Matheus C. Almeida⁴; Saymon F. Lopes⁵; Ronilson F. Souza⁶.

¹*bruno.adsantos@aluno.uepa.br*

²*israelnobrega0021@gmail.com*

³*lucivaldo.dcmjunior@aluno.uepa.br*

⁴*maticoofc69@gmail.com*

⁵*saymon.flopes@aluno.uepa.br*

⁶*ronilson@uepa.br*

Palavras-Chave: Experimentação, Ensino de Química, Precipitação.

Introdução

O ensino de química atual ainda é conhecido por ser considerado pelos alunos como difícil e pouco interessante, isso ocorre principalmente pelos métodos de ensino adotados nas escolas pelos professores de química, que são marcados pela memorização de fórmulas e ausência de contextualização nos conteúdos. Segundo Souza (2022), é um consenso que o ensino que não contextualiza e não se relaciona com o cotidiano do aluno resulta em uma aprendizagem sem significado e desinteressante, fazendo a ciência parecer inacessível e difícil de entender.

Sobre a educação química, de acordo com Silva et al (2021), para entender fórmulas e equações químicas, os estudantes precisam atribuir significado aos símbolos utilizados, reconhecendo a importância de cada um. Na criação de fórmulas mínimas e moleculares, é necessário relacionar os nomes dos elementos e compostos com seus respectivos símbolos. Já na elaboração de fórmulas estruturais, deve-se reconhecer a conectividade entre os átomos e o tipo de ligação que os une. A partir desse ponto, entende-se que se os alunos não enxergarem sentido nos seus estudos, o aprendizado se resume apenas em memorização.

Contudo, é observado uma crescente em produções acadêmicas que apresentem metodologias de ensino que rompam com a educação monótona e entediante encontrada em muitas escolas. Para Almeida, Neves e Yamaguchi (2022), no ensino de Química, metodologias diversificadas têm sido usadas com sucesso para melhorar a compreensão dos conteúdos teóricos, que são frequentemente considerados abstratos pelos alunos, facilitando a transposição didática desses conteúdos.

Entre as estratégias educacionais mais utilizadas no ensino de química se tem a experimentação, muito utilizada para demonstrar os conteúdos da disciplina de maneira prática e lúdica, por meio de práticas experimentais com os alunos ou demonstrativos. Como ressaltam Santos e Menezes (2020), por meio da experimentação a compreensão dos conhecimentos químicos é auxiliada, permitindo a aprofundação de conceitos por meio dos manuseios e transformações químicas e também pela parte teórica, ao explicar os fenômenos observados.

No entanto, muitas instituições de ensino regular não possuem estrutura adequada para atividades experimentais. Portanto, é necessário explorar alternativas que viabilizem o desenvolvimento da experimentação em diversos conteúdos da Química (SANTOS, 2019). Neste viés, o uso de materiais alternativos para experimentação no ensino de Química pode melhorar significativamente a aprendizagem dos alunos, pois esses materiais são comuns no cotidiano dos estudantes (DANTAS FILHO, SILVA e COSTA, 2017). Desse modo, o uso da experimentação não fica restrita a reagentes de

laboratório e pode ser realizada com materiais acessíveis pelo professor e pelos alunos. Para atrair o interesse dos estudantes para a experimentação e aos conceitos químicos, uma das estratégias utilizadas é a realização de feiras de ciências e mostras científicas, que buscam atrair a curiosidade e o interesse dos estudantes. Para Alves et al (2012), a aproximação dos alunos do ensino médio com os experimentos, realizados em uma mostra científica, são importantes para o seu processo de formação visto que os conhecimentos são repassados de forma didática e contextualizada.

Posto isso, o presente trabalho tem como objetivo relatar uma atividade desenvolvida por licenciando em química da Universidade do Estado do Pará (UEPA) em uma mostra de química, realizado na Escola Estadual Brigadeiro Fontenelle, e apresentar uma fundamentação sobre as reações de precipitação e identificação de íons do experimento realizado na mostra

Material e Métodos

O presente trabalho assume caráter qualitativo e relata a apresentação de um experimento desenvolvido durante a disciplina “Estágio Supervisionado I: Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão em Química em Espaços Formais e Não Formais”. O experimento foi desenvolvido durante o período de estágio no Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPPA), e aplicado na Mostra de Química realizada na Escola Estadual Brigadeiro Fontenelle, em Belém do Pará.

O experimento didático realizado consiste em reações de precipitação que indicariam a presença dos íons de magnésio e cálcio em uma amostra. Para realização desse experimento foram separados os seguintes materiais e reagentes organizados no quadro 1 abaixo.

Quadro 1. Materiais e reagentes do experimento.

Materiais e Reagentes	Quantidade
Tubos de ensaio	4
Estante de Tubos de ensaio	1
Pipetas Pasteur	4
Solução de Cloreto de Cálcio 1M	1
Solução de Cloreto de Magnésio 1M	1
Solução de Carbonato de Sódio 1M	1
Solução de Sulfato de Sódio 1M	1

Fonte: Autores (2024).

O experimento foi realizado no laboratório da Escola Brigadeiro Fontenelle com dois grupos de alunos, um do segundo ano do ensino médio e outro do terceiro ano do ensino médio, de forma separada, com a presença do professor orientador do estágio e do professor de química da escola. Dois integrantes do grupo apresentaram o conceito de dureza da água, explicando a diferença entre água dura e água mole e como essa diferença pode ser identificada. Eles também discutiram a solubilidade dos compostos e as reações que podem ocorrer.

Após a explicação teórica, outros dois integrantes do grupo realizaram os experimentos. Em tubos de ensaio, um dos integrantes demonstrou a reação do cloreto de

magnésio ($MgCl_2$) e do cloreto de cálcio ($CaCl_2$) com carbonato de sódio. Posteriormente, uma pequena quantidade de sulfato de sódio (Na_2SO_4) é acrescentada em outros tubos de ensaio contendo tanto à solução de cloreto de cálcio quanto à solução de cloreto de magnésio. As reações foram observadas e discutidas com os alunos.

Após a demonstração das reações, o último integrante do grupo explicou a importância do experimento. Ele também apresentou outros métodos usados para identificar os íons cálcio e magnésio, além de enfatizar o processo de tratamento da água. Destacou a diferença entre água dura e água mole, explicando os malefícios associados à água dura

Assim, neste relato, além de refletir sobre a experiência de criação do roteiro e apresentação do experimento, busca fornecer o embasamento teórico do experimento, adicionando os conteúdos que podem ser relacionados, embasado em uma revisão bibliográfica sobre os conceitos do experimento.

A análise dos resultados foi realizada com base nas observações dos estudantes durante a apresentação do experimento, verificando a ocorrência de dificuldades na compreensão dos conceitos trabalhados e as interações durante a apresentação.

Resultados e Discussão

O planejamento do experimento foi focado na identificação de íons de cálcio e magnésio. Esse experimento consiste em identificar esses íons por meio de reações de precipitação. Também conhecido como teste de dureza da água, esse teste analítico verifica a qualidade da água, já que a "água dura" contém uma maior concentração de metais alcalinos terrosos, principalmente os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Historicamente, a "dureza" de uma água foi definida em termos da capacidade dos cátions na água em deslocar os íons sódio ou potássio em sabões e formar produtos pouco solúveis que produzem uma espécie de resíduo que adere às pias e banheiras (SKOOG ET AL, 2006)

A determinação da dureza é um teste analítico útil que fornece uma medida da qualidade da água para uso doméstico e industrial. O teste é importante para a indústria porque a água dura, ao ser aquecida, precipita carbonato de cálcio, que obstrui as caldeiras e tubulações. (SKOOG ET AL, 2006). Uma das muitas aplicações das reações de precipitação utiliza duas soluções que, quando misturadas, formam o precipitado insolúvel que se deseja obter. Este composto insolúvel pode ser separado da mistura de reação por filtração. As reações de precipitação também são usadas na análise química (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

Segundo Brown, Lemay e Bursten (2005), para poder determinar se um precipitado é formado quando misturamos soluções de dois eletrólitos fortes, deve-se observar a regra de solubilidade para determinar se alguma das combinações dos íons presentes em solução forma um produto insolúvel. As regras de solubilidades de compostos iônicos comuns em água podem ser observadas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Regra de solubilidade dos compostos iônicos.

Compostos solúveis	Compostos insolúveis
Compostos dos elementos do Grupo 1	Carbonatos (CO ₃), cromatos (CrO ₄), oxalatos (C ₂ O ₄) e fosfatos (PO ₄), exceto os dos elementos do Grupo 1 e NH ₄
Compostos de amônio (NH ₄)	Sulfetos (S ²⁻), exceto os dos elementos dos Grupos 1 e 2 e NH ₄ ⁺
Cloretos (Cl ⁻), brometos (Br ⁻) e iodetos (I ⁻), exceto os de Ag ⁺ , Hg ₂ ²⁺ e Pb ₂ ⁺	Hidróxidos (OH ⁻) e óxidos (O ²⁻), exceto os dos elementos do Grupo 1, e os dos elementos do Grupo 2 abaixo do Período 2 ^{***}
Nitratos (NO ₃ ⁻), acetatos (CH ₃ CO ₂ ⁻), cloratos (ClO ₃ ⁻) e percloratos (ClO ₄ ⁻)	
Sulfatos (SO ₄ ²⁻), exceto os de Ca ₂ , Sr ₂ , Ba ₂ , Pb ₂ , Hg ₂ e Ag ₂ ^{****}	

Nota: *PbCl₂ é ligeiramente solúvel.

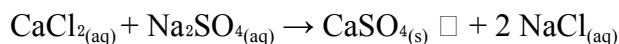
**Os sulfetos do Grupo 2 reagem com água para formar o hidróxido e H₂S.

***Ca(OH)₂ e Sr(OH)₂ são ligeiramente solúveis, Mg(OH)₂ é muito ligeiramente solúvel.

****Ag₂SO₄ é ligeiramente solúvel

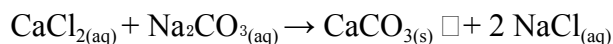
Fonte: Atkins; Jones; Laverman, 2018.

Durante a demonstração do experimento, no tubo de ensaio com a solução de cloreto de cálcio, após a adição do sulfato de sódio, foi possível visualizar a formação de um sólido branco indicando a presença de cálcio na solução, enquanto no tubo que continha a solução de cloreto de magnésio, não ocorre a precipitação. Nesse contexto, o sulfato de sódio será utilizado como um indicador da presença de cálcio, e não como um agente precipitante. A reação química que ocorre entre o cloreto de cálcio e o sulfato de sódio é a seguinte:



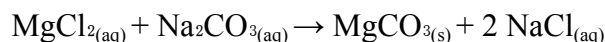
Equação 1. Reação do cloreto de cálcio com sulfato de sódio.

Outro integrante, com outros dois tubos de ensaio contendo solução de cloreto de cálcio e solução de cloreto de magnésio, adicionou uma pequena quantidade de carbonato de sódio (Na₂CO₃) em cada tubo. O carbonato de sódio reagiu tanto com o cloreto de cálcio quanto com o cloreto de magnésio. Ao interagir com o cloreto de cálcio, houve formação de um precipitado branco, indicando a presença de carbonato de cálcio. Assim, foi demonstrada a reação do cloreto de magnésio e do cloreto de cálcio com o carbonato de sódio. A reação do cloreto de cálcio com o carbonato de sódio pode ser representada pela seguinte equação:



Reação 2. Reação do cloreto de cálcio com carbonato de sódio.

Já na solução de cloreto de magnésio, a formação de um sólido branco indicará a presença de magnésio na solução. A reação química que ocorre é a seguinte:



Reação 3. Reação do cloreto de magnésio com carbonato de sódio.

A reação entre o cloreto de magnésio e o carbonato de sódio forma um sólido branco ao qual pode ser observado ao fundo do tubo de ensaio 1, precipitado esse sendo o carbonato de magnésio, ao misturar o cloreto de cálcio com carbonato de sódio, no tubo de ensaio 2, não ocorre a formação de precipitado, pois o produto final é o cloreto de sódio e o carbonato de cálcio, ambos solúveis em água, assim sendo uma solução pura, pode ser observado a formação do precipitado nas misturas de cloreto de magnésio e cloreto de cálcio com sulfato de sódio, nos tubos 3 e 4 da direita para a esquerda, sendo que o tubo 3 apresentou um sólido mais denso, o sulfato de magnésio, de forma mais grumosa, no tubo 4 o sólido encontrado foi o sulfato de cálcio, de aparência mais gelatinosa, tais reações e formações dos precipitados podem ser observados na figura 1 abaixo.

Figura 1. Da esquerda para a direita se dá a reações do cloreto de magnésio com carbonato de sódio, cloreto de cálcio com carbonato de sódio, cloreto de magnésio com sulfato de sódio e cloreto de cálcio com sulfato de sódio.



Fonte: Autores (2024).

Após o término do experimento um dos integrantes do grupo explicou aos alunos alguns métodos de para identificação de íons cálcio e magnésio, tais como a espectrofotometria, a titulação com EDTA (ácido etilenodiaminotetraacético) usando indicador negro de euricrocromo T (EBT) e a evaporação fracionada, assim podendo relacionar o experimento a alguns assuntos aos quais eles puderem presenciar na escola, como inorgânica (sais), tabela periódica, íons, propriedades dos elementos e reações químicas.

A exibição do experimento teve uma boa recepção perante os alunos, o grupo de alunos do segundo ano do ensino médio observaram com atenção o experimento, porém o grupo do terceiro ano do ensino médio foi o que mostrou maior interesse ao observar a exibição do grupo, após o término da exibição do experimento três alunos do grupo do terceiro ano perguntaram o porquê de ocorrer reações, como os resíduos poderiam ser

descartados, onde ocorre no dia a dia deles, assim como pediram para eles mesmo reproduzirem o experimento com o auxílio dos estagiários.

Conclusões

A apresentação de um experimento como este para alunos de ensino médio e fundamental é de suma importância, pois ele relaciona elementos químicos que estão presentes no cotidiano com algumas problemáticas e suas soluções, e também a conteúdos contidos no ensino da química.

Este experimento não apenas exemplificou de maneira prática conceitos teóricos abordados em sala de aula, como também despertou o interesse e a curiosidade dos estudantes pelo estudo da química e suas aplicações no cotidiano. A interação direta com os alunos permitiu observar como a abordagem de conceitos complexos de forma acessível e contextualizada pode efetivamente promover o aprendizado significativo.

Durante a atividade prática, os alunos demonstraram um significativo interesse pelo experimento, participando ativamente nas discussões dos resultados obtidos. Este envolvimento destacou a relevância da prática experimental no ensino de Química, permitindo não apenas consolidar conhecimentos teóricos, mas também promover uma aprendizagem ativa e significativa.

A realização deste experimento foi essencial para o desenvolvimento dos graduandos como futuros professores de química, mostrando como integrar teoria e prática para facilitar a compreensão dos alunos e despertar seus interesses pela matéria. A experiência destacou a importância de uma abordagem prática e contextualizada no ensino, evidenciando que o papel do professor é também inspirar e engajar os alunos para uma aprendizagem mais significativa.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao Centro de Ciências e Planetário do Pará, pelo período de estágio, e a Universidade do Estado do Pará pelo materiais e reagentes dos experimentos.

Referências

Atkins, P.; Jones, L.; Laverman, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2018.

Brown, T. L. et al. **Química a ciência central**. 9. ed. Pearson Prentice Hall do Brasil, 2008.

Dantas Filho, F. F.; Silva, G. N.; Costa, A. S. Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando a temática sabão ecológico. **Holos**, v. 2, p. 161-173, 2017.

Santos, C. D. S. **A experimentação no ensino de química: reflexões a partir dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da Revista Química Nova na Escola no período de 2014-2018. 2019.** (Bachelor's thesis, Brasil).

Almeida, C. S.; Neves, B. F.; Yamaguchi, K. K. L. Relato de experiência: problemáticas e estratégias para o ensino de química. **Pensar Acadêmico**, v. 20, n. 1, p. 80-92, 2022.

Souza, T. M. A experimentação no ensino de química na educação básica entre a teoria e a práxis. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista–ENCITEC**, v. 12, n. 1, p. 39-51, 2022.

Alves, R. C. M et al. Formação docente: reflexão e didática por um ensino de química atrativo. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 5, p. 2-11, 2012.

Santos, L. R.; Menezes, J. A. A Experimentação No Ensino De Química: Principais Abordagens, Problemas E Desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, V. 12, N. 26, P. 180-207, 2020.

Silva, Fernando César Et Al. Relação Entre As Dificuldades E A Percepção Que Os Estudantes Do Ensino Médio Possuem Sobre A Função Das Representações Visuais No Ensino De Química. **Ciência & Educação (Bauru)**, V. 27, P. E21061, 2021.

Skoog, D. A. et al. **Fundamentos de química analítica**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2007.p