

Usando a Química para lavar dinheiro: proposta e aplicação de atividade experimental investigativa

Jedson Tiago Soares¹, Diego Arantes Teixeira Pires²

¹Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Goiás

²Doutor em Química pela Universidade de Brasília (UnB)
Professor do Instituto Federal de Goiás (IFG)

Using Chemistry to Launder Money: Proposal for an Investigative Experimental Activity



Informações do Artigo

Palavras-chave:

Experimentação; Ensino de Química;
Ensino Remoto; Oxidação.

Keywords:

Experimentation; Chemistry
teaching; Remote Teaching;
Oxidation.

E-mail: diego.pires@ifg.edu

A B S T R A C T

Experimentation in science teaching can generate conditions for new discoveries about science, provoking curiosity and arousing interest in students. The present work is the result of a qualitative research approach, specifically a case study, aimed at proposing an investigative experimental activity for High School students and, consequently, attempting to improve the quality of online Chemistry teaching. It was observed that high school teachers faced difficulties in proposing experimental activities for Chemistry classes during remote teaching. To address this issue, a practical activity called "Laundering Money" was planned, evaluated and validated with high school students in a synchronous online class. The experimental activity received positive evaluations from the students, successfully arousing motivation and interest. Furthermore, the activity demonstrated its feasibility for use in online classes, highlighting the importance of incorporating practical activities during remote teaching. Additionally, the experiment was validated as an investigative activity, proving to be a valuable alternative for Chemistry classes.

INTRODUÇÃO

De acordo com portaria n.º 343, de 17 de março de 2020, estabelecido pelo ministério da educação, que autoriza a realização de aulas não presenciais durante o período da pandemia da Covid-19, fez com que as escolas de ensino básico e superior, de todo o Brasil, tanto as públicas quanto as privadas, se adaptasse, às pressas, a uma nova realidade de ensino, especialmente, por conta do fechamento das instituições, na qual o objetivo era conter o avanço da doença (BRASIL, 2020).

Dessa forma, foi adotado o método de ensino remoto, um grande desafio para a educação brasileira. Com essa nova realidade, alguns impactos surgiram, principalmente, quando se trata do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação, a exemplificar, a falta de intimidade de professores, gestores e alunos para os meios tecnológicos e, a desigualdade social.

Mattjie (2020) alerta para alguns impasses encontrados pela educação durante as aulas remotas, no que diz respeito aos problemas de adaptação, como as dificuldades de acesso a computador e internet, tanto dos alunos, como de boa parte dos professores. Isto é, alunos que moram em lugares fora da cobertura de internet, a ilustrar aqueles que residem em áreas rurais, onde a qualidade de internet é muito fraca ou até mesmo inexistente, pode contribuir com a quebra

do vínculo dos alunos com a escola, ocasionando o aumento da evasão escolar. Essa questão, na verdade, é a mais difícil, pois não depende somente da motivação e da maturidade do aluno em se dedicar o suficiente aos estudos, pois sem a presença física dos docentes e sem acesso adequado aos meios de comunicação, o processo de ensino-aprendizagem pode se tornar quase que impossível.

Entretanto, Costas e Nascimento (2020) acreditam que, embora haja grande desigualdade na sociedade brasileira, o ensino nunca mais voltará a ser o que era antes, pois abre precedentes para novas formas de aprender e reaprender, ou seja, abre possibilidades de deparamos com um mundo de oportunidades e amplitude que tem a educação. Nessa perspectiva, se pressupõe que as aulas online podem ajudar na evolução da aprendizagem, pois pode permitir abrir caminhos para que os alunos aprendam a qualquer horário e em qualquer lugar, tanto para as aulas teóricas, como no desenvolvimento de aulas práticas. Um exemplo que pode ser citado são as disciplinas de ciências, como a Química, que é uma ciência essencialmente prática, e que se faz necessária a realização de atividades experimentais para melhor compreender tal disciplina (SALVADEGO; LABURÚ, 2009).

Para Heck e colaboradores (2016), atualmente, uma maneira de suprir a falta de experimentação presencial nas escolas públicas de educação básica, é a utilização de experimento virtual, podendo ser executado em laboratório ou não, podendo ser realizado de forma remota e móvel, desenvolvido a partir de um software ou programas que forneçam as condições necessárias, ou simplesmente por meio de videoconferência. Essa nova realidade de ensino pode proporcionar aos alunos e professores a realização e controle em tempo real dos experimentos, usando como meio computador, celular, tablet e internet, em que o aluno é capaz de acessar e utilizar o experimento a qualquer hora, em qualquer lugar e realizar o experimento quantas vezes for necessário.

Para Guimarães (2009, p. 1), “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”. De acordo com a opinião desse autor, a experimentação pode trazer alguns benefícios, tanto aos professores, como aos alunos. Com isso, o autor destaca alguns pontos positivos para a utilização de atividades experimentais no ensino de ciências: viabilizar um melhor conhecimento, promover um ensino mais dinâmico e prazeroso, complementar a teoria trabalhada em sala de aula, não desvincular teoria e prática, dentre diversos outros.

As atividades experimentais no ensino de Ciências têm um valor reconhecido por professores de Química, porém dois tipos de experimentos podem ser confrontados: (1) experimentação tradicional e (2) experimentação investigativa (SOUZA, 2013). No entanto, existe uma enorme diferença entre essas duas concepções de experimentos. De acordo com Ferreira e colaboradores (2010), as atividades experimentais com o foco tradicional são seguidas por um roteiro pré-estabelecido do tipo “receita de bolo”, e para que os alunos possam realizar os experimentos, é necessário seguir à risca o passo a passo, um roteiro no qual é definido por professores ou livros, em outros termos, é apenas uma inclusão que induz o aluno de maneira automatizada a ilustrações, verificação e comprovação de teorias.

Por outro lado, as atividades experimentais investigativas possibilitam que o aluno seja o personagem principal de sua aprendizagem, permitindo a pensar, formular ideias, levantar

hipóteses e questionamento crítico, partindo sempre de uma situação-problema. Scarpa e colaboradores (2017) dizem que, para que se considere o ensino como investigativo, é necessário que haja uma busca por uma ação que incentive o avanço dos alunos para a investigação e, conseqüentemente, a resolução de problemas, e isso só é possível se, de fato, houver oportunidades para que os discentes sejam expostos a situações problemas, ainda que os resultados sejam imperceptíveis.

Ferreira e colaboradores (2010) estabelecem alguns pontos para uma atividade apresentar uma abordagem investigativa: (1) direcionada a partir de um problema ou de uma situação-problema, (2) envolve o aluno em formulação e testagem de hipótese, (3) propicia a coleta e o registro de dados, (4) encoraja os alunos a formularem explicações com base nas evidências, (5) comparar as explicações propostas com outras alternativas e (6) proporciona discussão das ideias entre os alunos.

Nesse sentido, este trabalho apresenta o objetivo de propor uma atividade experimental investigativa para as aulas remotas (e também para as aulas regulares) de Química, voltada para o Ensino Médio. Almeja-se também relatar a aplicação do experimento em uma aula online de Química, e discutir a viabilidade e a importância da realização de aulas práticas durante o ensino remoto.

METODOLOGIA¹

Para o trabalho em questão, foi realizada uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso. Para Godoy (1995), estudo qualitativo pode ser conduzido através de diferentes caminhos. Os três mais conhecidos e utilizados da pesquisa qualitativa são: a pesquisa documental, o estudo de caso e a etnografia. No entanto, esses três métodos de pesquisa fornecem importantes contribuições para o estudo de diferentes temas, cada um com sua particularidade. O estudo de caso se define como um tipo de pesquisa das quais o meio estudado é analisado referente a uma unidade social, detalhando-se de um simples sujeito ou de uma situação particular (GODOY, 1995). Neste trabalho, utilizou-se questionários e gravações (áudio e vídeo) como instrumentos de coleta de dados e o objeto de pesquisa foram alunos do ensino médio. O trabalho foi dividido em duas etapas, sendo a primeira a seleção do experimento, e a segunda etapa com a aplicação e avaliação da atividade com alunos do ensino médio, utilizando um roteiro investigativo. O experimento foi selecionado pelo interesse do pesquisador, e por utilizar materiais simples, encontrados facilmente na casa dos alunos. Outra motivação pela escolha foi a dificuldade que a turma participante apresentou no tema oxirredução antes de participar da atividade.

O Experimento “Usando a Química para Lavar Dinheiro”

¹ Participaram da aula 23 alunos, sendo 12 do sexo masculino e 11 do sexo feminino, com idade entre 16 e 18 anos, de uma instituição federal de ensino, no município de Luziânia, Goiás (perguntas 1 e 2 do questionário).

O experimento consiste em tentar remover a oxidação de uma moeda de cinco centavos. Primeiramente, adicione molho de pimenta industrializado na metade da face de uma moeda de 5 centavos, conforme a Figura 1. Esperar cinco minutos e remover o molho de pimenta. A segunda etapa do experimento consiste em adicionar pimenta caseira na metade da face de uma outra moeda de 5 centavos, como mostra a Figura 2. Esperar 5 minutos e retirar a pimenta da moeda.



Figura 1 - Adição de molho de pimenta industrializado na metade da face de uma moeda de 5 centavos.

Fonte: Dados da pesquisa.



Figura 2 - Adição de molho de pimenta caseira na metade da face de uma moeda de 5 centavos. **Fonte:** Dados da pesquisa.

A terceira etapa do experimento é realizada igual as etapas um e dois, substituindo a pimenta caseira e o molho de pimenta industrializado, por três novas soluções: 1. Vinagre (ácido acético), 2. Solução de vinagre (ácido acético) e sal (cloreto de sódio) e 3. Solução de água e sal (cloreto de sódio), como pode ser visto na figura 3. A explicação para o experimento pode ser observada nos resultados e na discussão.



Figura 3 - Adição de 1. vinagre (ácido acético); 2. solução de vinagre (ácido acético) e sal (cloreto de sódio) e 3. solução de água e sal (cloreto de sódio) nas faces de uma moeda de cinco centavo. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Aplicação e Avaliação do Experimento com Alunos do Ensino Médio

Realizou-se uma aplicação e avaliação da atividade experimental com alunos do segundo ano do ensino médio, integrado ao ensino técnico, no qual participaram 23 alunos de forma simples e participativa, de um instituto federal de ensino, no interior de Goiás. A atividade teve duração de

uma hora e vinte minutos, e ocorreu de forma online, por meio da plataforma Google Meet. Todos os alunos participaram de forma voluntária, em turno contrário ao das aulas regulares. A atividade foi feita em oito etapas e, no final da aula, aplicou-se um questionário, como pode ser visto a seguir:

1ª etapa: começar com uma situação-problema. Mostrar uma moeda, de 5 centavos usada e escurecida e outra nova. O que seria essa perda de cor? Como limpar a moeda? Ouvir e registrar as respostas e hipóteses dos alunos.

2ª etapa: perguntar se um molho de pimenta poderia limpar a moeda. Ouvir as respostas e as hipóteses levantadas pelos alunos.

3ª etapa: realizar o experimento “Lavando Dinheiro”. Adicionar molho de pimenta industrializado na metade de uma das faces de uma moeda de 5 centavos já oxidada. Esperar 5 minutos e retirar o molho da moeda.

4ª etapa: 1) pedir para alunos descreverem, visualmente, o que ocorreu no experimento. 2) Propor alguma explicação para o fenômeno observado. Ouvir e registrar as respostas e as hipóteses levantadas. Mediar a discussão dos resultados.

5ª etapa: realizar o mesmo experimento, substituindo o molho de pimenta industrializado por molho de pimenta caseiro. Esperar 5 minutos, e retirar o molho de pimenta da moeda. Perguntar, novamente, o que eles observaram visualmente. Perguntar qual seria a explicação para o fenômeno observado. Ouvir e registrar as respostas e as hipóteses levantadas. Tentar correlacionar os constituintes químicos do molho de pimenta industrializado com o molho de pimenta caseiro. Observar se algum aluno consegue relacionar com a acidez ou com o ácido acético. Mediar a discussão dos resultados.

6ª etapa: realizar o mesmo experimento, agora com utilização de três moedas e substituindo agora os molhos de pimenta por: 1) ácido acético (vinagre), 2) por uma solução de ácido acético e cloreto de sódio (sal de cozinha), 3) por uma solução de água e sal de cozinha. Esperar 5 minutos, e retirar as soluções das moedas. Pedir para os alunos descreverem, visualmente, o que ocorreu. Solicitar propostas de explicações para os fenômenos observados. Registrar a fala dos alunos, e discutir com eles os resultados. Mediar a discussão dos resultados.

7ª etapa: explicar, cientificamente, o fenômeno observado com o molho de pimenta, e as demais substâncias. Retornar a pergunta inicial, da etapa 1.

8ª etapa: Aplicação de um questionário eletrônico (Quadro 1).

Quadro 1 - Questionário aplicado aos alunos do Ensino Médio, ao final da atividade

- 1) Sexo
- 2) Idade
- 3) Após adicionar o molho de pimenta na moeda, visualmente, o que ocorreu?
- 4) Apresente uma explicação para o fenômeno observado
- 5) Você achou a atividade proposta interessante? Justifique
- 6) Você acha que o experimento pode facilitar a compreensão de conteúdos de Química? Quais? Justifique
- 7) Você teve contato com atividades experimentais durante o ensino remoto? Quais?
- 8) Você acha as atividades experimentais importantes para o ensino da Química? Justifique.

Fonte: Dados da pesquisa.

A atividade de aplicação e avaliação do experimento foi proposta em oito etapas, com o objetivo de ter todos os critérios para uma atividade investigativa, conforme apontado por Ferreira (2010), que são: (1) direcionar a partir de um problema ou de uma situação-problema, (2) envolver

o aluno em formulação e testagem de hipótese, (3) propiciar a coleta e o registro de dados, (4) encorajar os alunos a formularem explicações com base nas evidências, (5) comparar as explicações propostas com outras alternativas e (6) proporcionar discussão das ideias entre os alunos. Além disso, as falas dos alunos nas oito etapas foram transcritas. As falas dos alunos e as respostas dos questionários foram analisadas conforme análise interpretativa (GIL, 2017), em que os principais temas foram destacados pela importância ou pela frequência de repetições. Os principais temas e falas foram agrupados e reportados nos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da Aplicação do Experimento em uma Aula Online

Analisando a primeira etapa da atividade, a partir de uma situação-problema, na qual foi perguntada qual a possível causa para que a moeda de cinco centavos, com o passar do tempo, perde seu brilho (sua cor original), e ganha uma cor mais escura, observou-se que a maior parte dos alunos atribuíram esse fenômeno a oxidação, e uma aluna aponta os ácidos como responsáveis por este processo de escurecimento das moedas, como destacam: “oxidação mesmo até porque a moeda é feita de cobre” (aluno 1) e “Eu também acho que é oxidação” (aluno 2), “por causa de ácidos” (aluna 3). Notou-se que a maioria dos alunos atribuiu o escurecimento ao processo de oxidação, visão correta para o fenômeno observado. Destaca-se a correlação do fenômeno apresentado com os conteúdos de Química já estudados pelos alunos. Uma aluna indicou que o escurecimento da moeda seria causado por ácidos. Observa-se o conhecimento da aluna para o processo de oxidação ácida, visto que compostos ácidos podem provocar o processo de oxidação, fato que também mostra a utilização dos conceitos aprendidos para tentar explicar o fenômeno observado. A maioria dos alunos conseguiram indicar a Química para um fenômeno observado no dia a dia, indicando uma possível aprendizagem situada (que destaca a importância da contextualização para a aprendizagem).

Analisando ainda a situação-problema (etapa 1), percebe-se que a maior parte dos alunos(as) acreditam que a moeda de cinco centavos é constituída de cobre, como afirma a aluna 3, por exemplo “feita de cobre”. Nota-se que os alunos têm uma visão correta sobre a constituição da moeda de 5 centavos, visto que ela apresenta cobre no seu revestimento. Novamente os alunos dão indícios de indicar a presença da Química em fenômenos presentes no cotidiano deles.

Continuando a análise da situação-problema (etapa 1), os alunos apresentaram algumas possibilidades para a limpeza da moeda oxidada. Observou-se que a maioria das respostas foram satisfatórias, que realmente fizeram sentido ao procedimento de limpeza. A maior parte dos alunos considerou o vinagre um importante componente para remoção da sujeira da moeda, e alguns alunos também indicaram limão, pimenta, pasta de dente, sal, bicarbonato e antioxidantes como apontam: “vinagre” (alunos 2, 3, 15 e 16), “vinagre branco” (aluna 8), “Limão” (aluno 4), “minha irmã usa pimenta” (aluna 10), “Pasta de dente e sal” (aluna 6), “bicarbonato” (alunas 3 e 5) e “Tem alguns antioxidantes que passa ou desengripante” (aluno 9). Observou-se que a maioria dos alunos indicaram um composto ácido para realizar a remoção do cobre oxidado, ao indicarem vinagre e limão, fato que faz sentido, visto que o óxido de cobre é um óxido básico, e que reagiria melhor com compostos ácidos. Além disso, uma aluna indicou pimenta, a mesma proposta que seria



apresentada na atividade, evidenciando um possível contato prévio da aluna com o experimento da moeda com o molho de pimenta. Teve-se também proposta de antioxidantes, que podem auxiliar para evitar a oxidação, e não remover a oxidação. No geral, destaca-se que os alunos utilizaram conceitos Químicos para apresentar sugestões na remoção do óxido. Vale destacar que, segundo Ferreira (2010), as atividades investigativas devem começar com uma situação-problema, e nesse sentido, a atividade proposta conseguiu cumprir essa etapa.

Para a segunda etapa da atividade, em que se perguntou se molho de pimenta poderia limpar uma moeda oxidada, as respostas foram variadas, em que vários alunos responderam que sim e que não. Dentre os alunos que responderam que sim, alguns justificaram como “a pimenta pode ser forte, e limpar a moeda” (aluno 7), “pode limpar sim, já fiz o experimento em casa e funcionou” (aluna 10) e “presença da capsaicina” (aluna 9). Notou-se que os alunos tiveram dificuldades em apresentar uma justificativa Química para nortear um possível poder de “limpeza” do molho de pimenta, mesmo alguns já tendo conhecimento do experimento. Nenhum estudante fez a correlação do ácido acético e cloreto de sódio, presentes no molho de pimenta, para realizar tal limpeza. Entretanto, uma aluna fez a indicação de um dos componentes da pimenta, a capsaicina, mas esse composto não é o responsável pela reação. O conhecimento científico pode ser um grande aliado para explicar fenômenos ocorridos no dia a dia, mostrando o quanto a Química pode estar presente na vida do aluno. Além disso, o levantamento de hipóteses é uma etapa importante para uma atividade investigativa (FERREIRA, 2010).

Levando em consideração os pontos de vista dos alunos, partiu então para a etapa do experimento (3ª etapa da atividade), em que foi usado molho de pimenta industrializado na tentativa de remover a “sujeira” exposta na moeda. Após o processo experimental dessa etapa, os alunos destacaram que a substância do molho de pimenta industrializado fez com que a moeda ficasse mais clara, porém sem o brilho original, como ressaltam: “cara parece que ela está mais clara” (aluno 1), “clareou mais sem o brilho da nova” (aluno 11), “parece que ela desgastou mais” (aluno 2), “ficou rosa” (aluna 3). A possibilidade de registro de dados é uma indicação para as atividades experimentais (FERREIRA, 2010), e nesse sentido, o experimento da moeda com o molho de pimenta permite o registro das variações visuais da moeda ao longo do experimento.

Então, diante do que foi observado nessa etapa do experimento, foi aberto um espaço para que os alunos pudessem descrever o fenômeno observado (4ª etapa da atividade). Com isso, foi possível constatar diferentes opiniões, como por exemplo, relacionar os efeitos causados na moeda com o alto teor de ardência da pimenta, por acreditar que a pimenta acelera o processo de oxidação da moeda, por achar que pimenta quebra as moléculas de óxido, e por crê que a pimenta derreteu a oxidação. Alguns exemplos podem ser observados: “A pimenta quebrou as moléculas de óxidos da moeda” (aluno 12), “capsaicina, porque ela derreteu a oxidação” (aluna 3) e “ela acelerou a oxidação” (aluna 8). Os alunos realizaram um levantamento de hipóteses, e conseguiram correlacionar a atividade com a oxidação e a reações Químicas. Entretanto, nenhum aluno indicou a reação do óxido com o cloreto de sódio e o ácido acético. Notou-se que o experimento conseguiu encorajar os alunos na formulação de explicações com base nas evidências, o que é importante para uma atividade investigativa (FERREIRA, 2010).

Na nova fase experimental (5ª etapa), na qual usou um molho de pimenta caseiro, com potencialidade de ardência mais forte, para realizar a limpeza da moeda, os alunos puderam

observar que não houve nenhuma mudança na aparência da moeda, como pode ser notado: “quase não fez diferença nenhuma” (aluno 1), “não mudou muita coisa não” (aluno 2) e “não faz sentido a mais forte deveria limpar mais e não limpou, e a mais fraca limpou, faz sentido não” (aluno 4). Nota-se, novamente, a possibilidade do experimento em coletar e registrar dados, fato presente nas atividades investigativas (FERREIRA, 2010). Além disso, a atividade proposta permite a comparação e explicações entre diferentes fatos observados, mais um indicativo para uma atividade investigativa (FERREIRA, 2010). Como pode ser visto na correlação do processo de oxidação existente nas moedas com fatos externos como por exemplo o que acontece com a estátua da liberdade por também ser constituída de cobre, como pode ser notado nos dizeres da aluna 3, “a estátua da liberdade não é verde, ela passou pelo processo de oxidação. É o mesmo processo da moeda?”.

Quando interrogados sobre a diferença de reação entre as duas substâncias usadas, foi possível observar que a maior parte dos alunos(as) foram coerentes em suas respostas, na qual apontam alguns constituintes, que pode estar presente no molho de pimenta industrializado, incomum em molho de pimenta caseiro. Há também citação bem distante do que seria o correto, como: a presença de zinco, benzoato de sódio e piperina na pimenta industrializada, como referem os alunos 11 e 12, “Presença de zinco” (aluno 11) “Benzoato de sódio ou a piperina” (aluno 12).

Dentre os relatos mais próximos ao correto, os alunos mencionam, principalmente, os conservantes presentes no molho de pimenta industrializado, como também no processo de industrialização do molho. No entanto, uma aluna se manifesta falando que, no molho de pimenta industrializado, 99% é de conservante e substâncias químicas, e apenas 1% é de pimenta, na qual ressalta “o molho de pimenta é muito industrializado 1% é pimenta e o resto 99% é industrializado” (aluna 3). Em sequência, outros componentes foram citados, como sal, ácido acético, pH mais ácido no molho de pimenta, ácido ferúlico, como pode ser visto em alguns dizeres: “sal” (aluno 14), “ácido acético” (aluno 13), “tem algo relacionado ao pH mais ácido” (aluna 3), “Ácido ferúlico” (aluno 2). Comparando os dois experimentos, os alunos conseguiram indicar a possibilidade de o molho de pimenta industrializado ter componente “a mais”, e que estes seriam os responsáveis pela reação. E nesse sentido, alguns alunos conseguiram indicar corretamente alguns desses componentes, como o ácido acético (ou o meio mais ácido) e o sal (cloreto de sódio). Notou-se que a comparação entre os experimentos possibilitou os alunos a chegarem mais perto de uma explicação científica correta para o fenômeno.

Então, tendo em vista que a maioria dos alunos acreditam que o processo de limpeza ocorrido na moeda se deu pela presença de alguns componentes no molho de pimenta industrializado, como ácido, sal e ao processo de industrialização, novas indagações foram feitas, na qual foi perguntado se apenas a presença de ácidos ou sal poderia desencadear o processo de limpeza. Foi possível observar que uma aluna apontou que o sal é o responsável pela reação, “O segredo é o sal” (aluna 6), e outro apontou pela junção dos dois componentes, como pode ser visto na fala do aluno 11, “Na verdade é tudo junto que faz com que aconteça a reação, eu acho”. O envolvimento dos alunos na formulação de testagem de hipóteses e na discussão das ideias levaram a uma explicação coerente para experimento, mostrando que os alunos conseguiram chegar a uma resposta, sem recebê-la pronta pelo professor, fato importante para uma atividade investigativa (FERREIRA, 2010).

Diante dos fatos relacionados acima, uma nova etapa experimental foi realizada (6ª etapa), e utilizou-se uma solução de vinagre, vinagre e sal e uma solução de água e sal, e após os resultados, ao final do procedimento, os alunos destacam que a solução contendo apenas o vinagre não mudou ou mudou muito pouco a oxidação da moeda, como fala o aluno 1, “não mudou muita coisa não”. Já para a solução de água e sal, um aluno sinaliza que a moeda manteve a coloração escura, como aponta o aluno 7, “não mudou nada”. Para a solução contendo vinagre e sal, os alunos destacam que o efeito foi bem intenso, como apontam os alunos(as) 1, 8, 14, “ficou mais claro” (aluna 1), “clareou” (aluna 8) e “clareou, né” (aluna 14). Diante disso, foi aberto um espaço para que os alunos pudessem dar suas justificativas para os fenômenos observados, de modo que foi possível perceber que maior parte dos alunos tiveram a convicção de que reação ocorreu devido a interação entre as substâncias (ácido acético e cloreto de sódio) e a oxidação da moeda, em que pode ser visto pelas falas dos alunos 1, 6, 14: “no caso é a reação entre o vinagre e o sal que reagem e faz com a moeda mude para seu estado original” (aluno 1), “a reação dos dois” (aluna 6) e “mistura de vinagre e sal” (aluna 14). Com isso, ao retornar a pergunta inicial da situação-problema, os alunos conseguiram indicar que a remoção da oxidação poderia ser realizada com um componente ácido junto com cloreto de sódio, conseguindo responder as perguntas iniciais da atividade.



A atividade proposta conseguiu cumprir todas as características de atividades investigativas proposta por Ferreira (2010): 1. direcionar a partir de um problema ou de uma situação-problema, 2. envolver o aluno em formulação e testagem de hipótese, 3. propiciar a coleta e o registro de dados, 4. encorajar os alunos a formularem explicações com base nas evidências, 5. comparar as explicações propostas com outras alternativas e 6. proporcionar discussão das ideias entre os alunos. Com isso, o experimento “Usando a Química para Lavar Dinheiro” pode ser uma alternativa de atividade investigativa para ser utilizada no ensino médio, sem utilizar roteiros engessados e instigando a discussão coletiva.

Além disso, o experimento também pode proporcionar a compreensão de conhecimento Químico, que, segundo Mortimer (2000), ocorre quando existe uma correlação entre os três aspectos: macroscópico (mudanças no aspecto visual da moeda), microscópico (explicações científicas para a remoção da oxidação da moeda) e representacional (utilizar equações químicas para mostrar a reação do óxido de cobre com o ácido acético e cloreto de sódio). E nesse sentido, o experimento pode trazer boas correlações e alternativas para o professor utilizar em sala de aula, mesmo em aulas online, ajudando a superar a barreira do computador para a realização de aulas práticas em Química. Vale destacar que a atividade proposta foi toda realizada de maneira síncrona em uma aula online, mostrando a viabilidade do experimento em ser utilizado em aulas online.

O experimento “Usando a Química para Lavar Dinheiro”

Como suporte nesta pesquisa, usou-se moedas de cinco centavos oxidadas, em que verificou a eficiência de algumas substâncias em remover essa oxidação. Inicialmente, ao colocar um molho de pimenta industrializado sobre metade da face de uma moeda oxidada, foi possível observar a reação da solução com a parte oxidada do cobre, presente na moeda, devolvendo a moeda uma cor avermelhada, ou seja, uma cor mais próxima da sua cor original, conforme mostra a Figura 4.

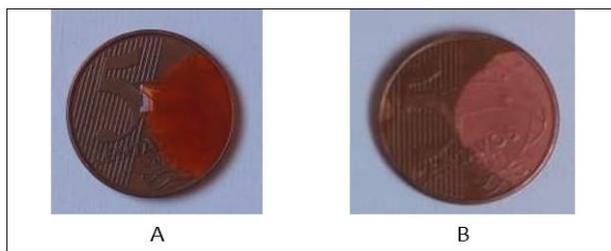
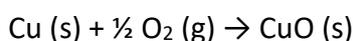
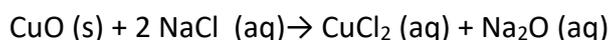
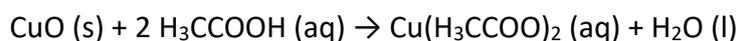


Figura 4 - A) Moeda de 5 centavos com molho de pimenta industrializado na metade da face. B) Moeda de 5 centavos após 5 minutos de contato com molho de pimenta industrializado. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Tal fato acontece devido a moeda de 5 centavos ser feita de aço (liga metálica com 98,5% de ferro e 1,5% de carbono) e revestida de cobre (Cu). Com o passar do tempo, e na presença do oxigênio do ar, a moeda perde o brilho e ganha um aspecto escurecido. Essa mudança de cor ocorre devido a oxidação do cobre, formando óxido de cobre (CuO), conforme a reação a seguir:



Entretanto, a moeda de 5 centavos pode ser “limpa” utilizando molho de pimenta industrializado. Tal processo é caracterizado pela remoção do CuO da superfície da moeda. Dentre os diversos constituintes do molho de pimenta industrializado, existe a presença do ácido acético (H₃CCOOH) e do cloreto de sódio (NaCl), que podem auxiliar no processo de remoção do cobre oxidado, reagindo com o óxido de cobre, conforme as reações abaixo:



Como visto, o óxido de cobre (CuO) pode ser removido pelo ácido acético (H₃CCOOH), formando o acetato de cobre (Cu(H₃CCOO)₂), uns dos responsáveis pelo procedimento de remoção do (CuO) da moeda. Além disso, o acetato de cobre é solúvel em água (7,2g/100mL de água), o que facilita o processo de “limpeza” da moeda. A etapa de “limpeza” se torna mais eficiente na presença de cloreto de sódio (NaCl), que também consegue reagir com o óxido de cobre (CuO), para formar o cloreto de cobre (CuCl₂). E nesse sentido, o cloreto de cobre também é solúvel em água (70,6g/100mL de água), o que facilita ainda mais o processo de limpeza e de remoção do cobre inicialmente oxidado.

Quando adicionado o molho de pimenta caseira na superfície de uma outra moeda igualmente oxidada, a princípio, o que se observou, a olho nu, foi que a oxidação presente na moeda permaneceu intacta, ou seja, não sofreu nenhuma reação ou mudança de cor, como pode ser visto na Figura 5.



Figura 5 - A) Moeda de 5 centavos com molho de pimenta caseiro na metade da face. B) Moeda de 5 centavos após 5 minutos de contato com molho de pimenta caseiro. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Os ingredientes existentes no molho de pimenta caseiro não conseguem dissolver o óxido de cobre, ou seja, o molho de pimenta usado nesta etapa é constituído a base de óleo, na qual o óxido de cobre, presente na moeda, é insolúvel, o que impede o processo de remoção do cobre oxidado. Com isso, após os 5 minutos de contato, não ocorre uma mudança na coloração. Destaca-se a ausência de ácido acético (ou outros ácidos) e de cloreto de sódio no molho de pimenta caseiro, compostos que podem auxiliar na reação com o cobre oxidado.

No entanto, para terceira etapa do experimento, foram utilizados três tipos diferentes de substâncias e, conseqüentemente, três moedas, no qual, em uma delas, utilizou-se uma solução de ácido acético, na segunda, utilizou-se uma solução de ácido acético e sal e, na terceira, utilizou-se uma solução de água e sal, como pode ser visto na Figura 6.

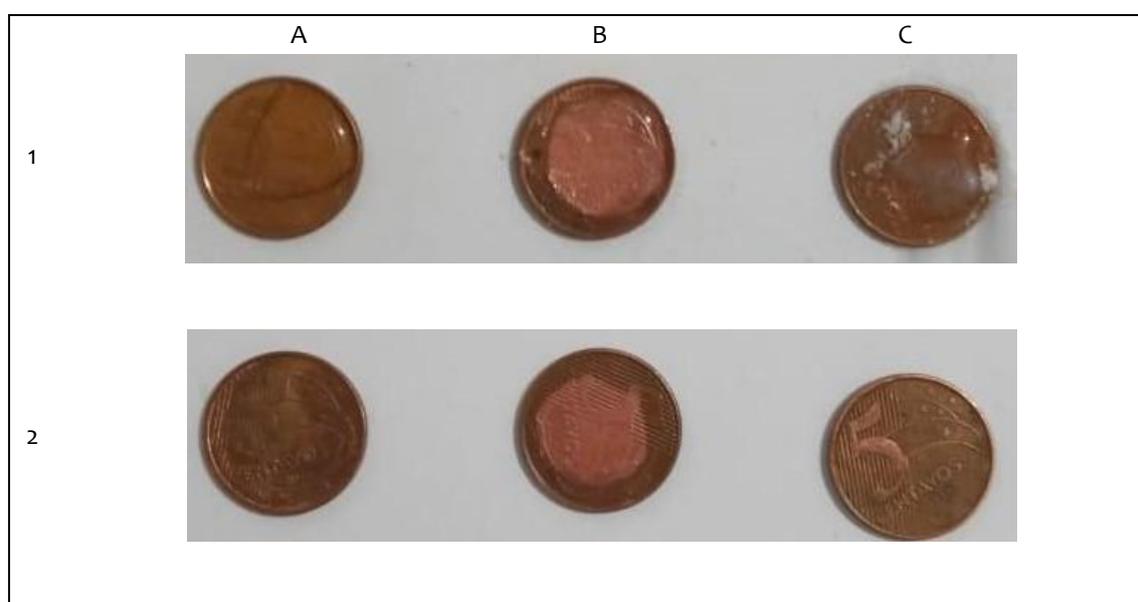


Figura 6 - A linha “1” indica as moedas de 5 centavos em contato com (A) solução de ácido acético, (B) solução de ácido acético e cloreto de sódio e (C) água e cloreto de sódio. A linha “2” indica as moedas de 5 centavos após 5 minutos de contato com (A) solução de ácido acético, (B) solução de ácido acético e cloreto de sódio e (C) água e cloreto de sódio. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Após a remoção das soluções das superfícies das moedas, foi possível perceber que duas delas (com ácido acético e a solução de água com sal) aparentemente não sofreram reação nenhuma, não havendo mudança na coloração da moeda, como pode ser visto na Figura 6.

Vale lembrar que o óxido de cobre é um óxido básico, o que possibilita a sua reação com ácidos, como ácido acético (H_3CCOOH), ácido clorídrico (HCl), ácido nítrico (H_2NO_3), dentre outros. Entretanto, em alguns casos, para que a reação ocorra em meio aos ácidos, é necessário a presença de cloreto de sódio, como pode ser visto na figura 6. Este fato pode ser explicado pela maior solubilidade do cloreto de cobre em água do que do acetato de cobre. Além disso, o óxido de cobre (CuO) é insolúvel em água. Com isso, não pode ser removido utilizando apenas água ou água e sabão. Isso também explica o porquê apenas o cloreto de sódio em água não ser capaz de “limpar” a moeda, isso devido à insolubilidade do (CuO) em água. Como o óxido de cobre tende a reagir com ácidos, adicionar ($NaCl$) ao meio pode “potencializar” a remoção do óxido, pois o cloreto de cobre é mais solúvel em água.

Vale destacar que este é um experimento simples, realizado com materiais de baixo custo e que podem ser encontrados em casa. A atividade não precisa ser realizada em um Laboratório. A Química é uma ciência experimental, e as aulas práticas devem fazer parte desse conhecimento. E nas aulas online, como realizar atividades práticas? O experimento “Usando a Química para Lavar Dinheiro” é um exemplo de atividade prática que pode ser utilizada nas aulas online, e também nas aulas regulares presenciais.

Análise do Questionário

Analisando a terceira questão do questionário, em que se empregou a seguinte pergunta “após adicionar o molho de pimenta na moeda, visualmente, o que ocorreu?”, dentre as principais respostas obtidas pelos alunos, destacam-se a mudança na aparência (cor). Das 23 respostas, 20 (87%) conseguiram indicar mudança na cor ou na aparência da moeda. Algumas respostas podem ser observadas: “Com o molho de pimenta industrializado a moeda clareou, mas com o molho caseiro a moeda quase não mudou” (aluna 14), “O industrializado teve uma reação mais forte comparada ao molho caseiro. A moeda ficou mais clara, porém, fosca” (aluno 15), “Na pimenta “Gota”, como ela era industrializada, a moeda teve sim uma reação e ficou mais clara por conta do processo de oxidação, já na pimenta caseira, não ocorreu nada” (aluno 19) e “Com a pimenta industrial ela limpou e com a pimenta caseira teve menos reação” (aluno 9). Nota-se que a maioria dos alunos conseguiu notar aspectos visuais (macroscópicos) para o fenômeno observado, fato importante para assimilação do conhecimento Químico (MORTIMER, 2000).

Na quarta questão do questionário (apresente uma explicação para o fenômeno observado), foi possível identificar que as explicações foram bem diversificadas, sendo que das 23 respostas, 18 (78,26%) foram coerentes com a explicação (certas ou parcialmente certas) e 4 (17,39%) não foram coerentes. Algumas respostas podem ser destacadas: “Partindo do princípio de ácido e base, ocorreu a reação do sal com o ácido (vinagre)” (aluno 15), “Essas substâncias quebram as moléculas de óxido de cobre” (aluno 22), “creio que a pimenta tenha corroído a parte oxidada da moeda” (aluno 16) e “Basicamente, ocorre a reação de quebra do óxido de cobre, e a moeda acaba ficando limpa como nova” (aluna 22). Diante disso, nota-se que, após os resultados obtidos durante a aula, os alunos tiveram um melhor entendimento perante os efeitos ocorridos na moeda. Foi observado a utilização de conceitos Químicos para a explicação do fenômeno, como ácidos e bases, reações químicas e oxidação. A relação entre os aspectos macroscópicos, microscópicos e representacionais podem ser de grande importância para a compreensão da Química (MORTIMER, 2000), e nesse sentido, o experimento “Usando a Química para Lavar Dinheiro” pode ser uma boa alternativa.

Analisando a quinta pergunta (você achou a atividade proposta interessante?), todos os 23 alunos(as) participantes disseram sim, como pode ser visto em algumas justificativas: “Achei, uma experiência a olho nu traz mais conhecimento” (aluna 5), “Sim. Porque foi expositiva, e isso é muito bom!” (aluno 10), “Sim, pois é algo que não se tem nas aulas do cotidiano” (aluno 12), “Achei bem interessante e fundamental no aprendizado do aluno” (aluno 22) e “Achei sim! Muito interessante nos mostrou coisas novas e uma boa forma de aprendizado” (aluno 23). Destaca-se o grande interesse dos alunos pelo experimento proposto, e o quanto esse fato contribui para auxiliar no aprendizado da Química. O interesse pode favorecer uma aprendizagem tangencial (PIRES; SILVA, 2020), ou seja, quanto maior o interesse do aluno por um tema, mais disposto ele estará em



aprender o assunto, o que pode favorecer a aprendizagem. E nesse sentido, a atividade foi bem avaliada pelos alunos.

Na sexta pergunta, usou-se o seguinte questionamento “você acha que o experimento pode facilitar a compreensão de conteúdos de Química?”, dos 23 alunos, um não respondeu ao questionamento, os demais 22, apontam que sim, pois acreditam que o experimento pode ajudar na compreensão dos conteúdos. Algumas justificativas podem ser observadas: “Sim, facilita e muito a compreensão de todo e qualquer conteúdo, abrangendo e facilitando o entendimento” (aluno 15), “Sim! É uma didática diferente que prende muito mais a atenção que só slides por exemplo” (aluna 17), “Sim, não só de química, mas de outras matérias também” (aluno 19) e “Acho sim. Às vezes, os conteúdos de química ficam um pouco confusos” (aluno 23). A grande maioria indicou que o experimento “Usando a Química para Lavar Dinheiro” pode facilitar a compreensão de conteúdos de Química, se mostrando uma boa opção para dinamizar as aulas no ensino médio. Vale destacar, que as atividades experimentais investigativas podem contribuir para o aprendizado do aluno (FERREIRA, 2010), e nessa perspectiva, o experimento proposto pode auxiliar na mediação de conteúdo, como ácido, base, sais e óxidos (funções inorgânicas), oxidação/redução e reações químicas.

Na sétima questão, com o intuito de coletar informações sobre a frequência de prática experimental durante o ensino remoto, perguntou-se “Você teve contato com atividades experimentais durante o ensino remoto? Quais?”. Dos 23 alunos, 16 (69,57%) expressam que não, 13,04% (3 alunos) não responderam à pergunta, 8,69% (2 alunos) disseram que poucas vezes e 8,69% (2 alunos) evidenciam que manteve contato com apenas o experimento a qual estava sendo proposto nesta aula. Algumas respostas podem ser destacadas, sendo a ausência de aulas experimentais como o principal tema citado: “não tivemos” (aluno 5), “infelizmente não” (aluno 8), “Acho que não, se tive não consigo me lembrar” (aluno 14), “Poucas atividades experimentais” (aluno 23) e “somente essa” (aluno 20). Apesar dos inúmeros benefícios que as atividades experimentais podem trazer para a aula de Química (BORGES; COLOMBO, 2020; GUIMARÃES, 2009), nota-se que tal estratégia de ensino foi pouco utilizada durante o ensino remoto. É claro que existe uma grande dificuldade para as aulas online, mas a realização de experimentos simples, com materiais de baixo custo, em aulas ao vivo ou gravadas, podem auxiliar os alunos na melhor compreensão da Química. E o experimento “Usando a Química para Lavar Dinheiro” é um exemplo de experimento simples, com materiais de baixo custo, sem demandar muito tempo de preparo, nem de execução, e que pode ser realizado durante as aulas online, seja ao vivo, ou gravadas. Vale destacar que a Química é uma ciência experimental, e as atividades práticas deveriam receber uma atenção especial e não serem deixadas de lado.

Quando perguntados, na oitava pergunta, “você acha as atividades experimentais importantes para o ensino da Química? Justifique”, dos 23 alunos, 2 não responderam à questão, 1 aluno(a) diz que depende do momento e 20 alunos acham as atividades experimentais uma importante ferramenta para o ensino de Química, como pode ser visto em algumas falas: “Acho porque é uma matéria que exige da prática e da teórica” (aluna 5), “Sim. Não só de química, mas de outras matérias, porque quando ocorre uma aula expositiva, a fixação e o entendimento ocorre de uma forma melhor!” (aluno 10), “Sim, ver como acontece na prática é importante” (aluno 17), “Sim, além de tornar a aula melhor e mais interação entre os alunos e o professor” (aluno 18), e

“Sim, acho que aulas experimentais e “físicas” são mais fáceis de compreender” (aluno 19). Observa-se que alguns alunos destacam a relação teoria/prática, indicando a sua importância para compreender a Química, como pode ser vista nas falas dos alunos 5 e 17. Os alunos indicam também a importância de experimentos para melhor compreender um conteúdo, indicado nos dizeres dos alunos 10 e 19. Além disso, é indicado também o benefício da interação aluno-aluno e aluno-professor que as atividades experimentais podem trazer, como aborda o aluno 18.

Em linhas gerais, observa-se que os alunos gostam de atividades experimentais, acham as mesmas interessantes, conseguem despertar o interesse e os próprios estudantes reconhecem sua importância para o aprendizado. Entretanto, as atividades práticas foram pouco utilizadas durante o ensino remoto, causado pela pandemia da COVID-19. E nesse sentido, o experimento “Usando a Química para Lavar Dinheiro” pode ser uma opção viável para a utilização em aulas do ensino médio. Vale destacar que a atividade pode ser também utilizada nas aulas regulares e presenciais de Química, sendo uma atividade simples e com materiais de baixo custo, podendo ser aplicada até mesmo em escolas sem laboratórios.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou trabalhar uma abordagem sobre a importância das atividades experimentais no ensino de Química, visando propor uma atividade experimental investigativa para as aulas de Química no Ensino Médio, durante o ensino remoto. Foi possível perceber que o uso da experimentação mostra ser um recurso capaz de auxiliar o interesse dos alunos para o conhecimento científico, e durante o estudo, observou-se que os alunos demonstraram interesse com a atividade proposta, o que pode favorecer e facilitar a aprendizagem.

Foi possível propor uma nova atividade experimental investigativa, com materiais de baixo custo, e de simples execução, sem precisar de um laboratório. A atividade proposta também permite a sua realização online (ou em aulas regulares presenciais), permitindo implementar aulas práticas durante o ensino remoto. Vale destacar que a Química é uma ciência experimental, e o ensino online restringiu o contato dos alunos com aulas práticas, e nesse sentido, o experimento proposto pode ser uma alternativa viável.

Referências

- BORGES, R.; COLOMBO, K. Abordagem Teórico-Experimental entre Química e Matemática Utilizando Práticas Laboratoriais. *Revista Química Nova na Escola*, v 42, n. 2, p. 112-114, 2020.
- BRASIL. Portaria nº 343, de 17 de março de 2020, Ministério da Educação. Página 39 do Diário Oficial da União - Seção 1, número 53, de 18/03/2020.
- COSTA, A. E. R.; NASCIMENTO, W. R. *Os Desafios do Ensino Remoto em Tempos de Pandemia no Brasil*. Conedu: VII Congresso Nacional de Educação, 2020. Maceió, 2020.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2017.
- GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *RAE – Revista de Administração de Empresas*, v. 35, n. 2, p. 21-27, 1995.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- HECK, C. et al. Experiência de Integração da Experimentação Remota no Ensino de Física do Ensino Médio: Percepção dos Alunos. *Novas Tecnologias na Educação*, v.14, n.2, p. 2-16, 2016.

MATTJIE, N. U. **Educação em tempos de pandemia: os desafios de alunos e professores** - Ensino.digital: 2020. Disponível em: <<https://ensino.digital/blog/educacao-em-tempos-de-pandemia-os-desafios-de-alunos-e-professores>>. Acesso: em 10 de junho 2021.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Revista Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 276-277, 2000.

PIRES, D. A. T.; SILVA, A. T. O. **Atividade Lúdica no Ensino de Química e a Aprendizagem Tangencial**. In: CARDOSO, S. P.; CASTRO, D. L. (Org.). O Ensino de química na Rede federal de educação profissional, científica e tecnológica: um espaço rico em possibilidades. João Pessoa: IFPB, 2020.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. E. Uma Análise das Relações do Saber Profissional do Professor do Ensino Médio com a Atividade Experimental no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 216-217, 2009.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SOUZA, F. L. et al. **Atividades Experimentais Investigativas no Ensino de Química**. São Paulo: Editora Centro Paula Souza, 2013.



RESUMO

A experimentação investigativa, no ensino de ciência, pode auxiliar no ensino, provocar a curiosidade e despertar o interesse. O presente trabalho é uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, que teve como objetivo propor uma atividade experimental investigativa para o Ensino Médio e em consequência, tentar auxiliar as aulas de Química nas atividades remotas. Notou-se a dificuldade dos professores em propor atividades experimentais para as aulas de Química durante o ensino remoto. Com isso, realizou-se o planejamento de uma atividade prática, denominado "Lavando Dinheiro", que foi aplicada e avaliado com alunos do Ensino Médio. A atividade experimental foi bem avaliada pelos alunos, conseguindo despertar a motivação e o interesse. A atividade se mostrou viável em ser utilizada em aulas remotas, mostrando que as atividades práticas podem ser utilizadas durante essa modalidade de ensino. O experimento também foi validado como uma atividade experimental investigativa, se mostrando uma alternativa para as aulas de Química.

Palavras-chave: Experimentação; Ensino de Química; Ensino Remoto; Oxidação.

RESUMEN

La experimentación investigativa, en la enseñanza de ciencias, puede ayudar en la enseñanza, provocar la curiosidad y despertar el interés. El presente trabajo es una investigación cualitativa, del tipo estudio de caso, que tuvo como objetivo proponer una actividad experimental investigativa para intentar apoyar las clases de Química en las actividades remotas. Se notó la dificultad de los profesores para proponer actividades experimentales para las clases de Química durante la enseñanza remota. Por lo tanto, se llevó a cabo la planificación de una actividad práctica, denominada "Lavando Dinero", que fue aplicada y evaluada con alumnos de educación secundaria. La actividad experimental fue bien evaluada por los alumnos, logrando despertar la motivación y el interés. La actividad se mostró viable para ser utilizada en clases remotas, demostrando que las actividades prácticas pueden ser utilizadas durante esta modalidad de enseñanza. El experimento también fue validado como una actividad experimental investigativa, mostrándose como una alternativa para las clases de Química.

Palabras clave: Experimentación; Enseñanza de la química; Enseñanza a distancia; Oxidación.