

UMA PROPOSTA DE OFICINA TEMÁTICA REMOTA: ENSINO DE REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO CONTEXTUALIZADAS COM A RESTAURAÇÃO DE OBRAS DE ARTE EM METAL

Proposal for a Remote Thematic Workshop: Redox Reaction Teaching Contextualized with Metal Art Conservation

Isabela de Oliveira Esteves [isabela03esteves@hotmail.com]

João Cura D'Ars de Figueiredo Junior [joaoc@ufmg.br]

Universidade Federal de Minas Gerais

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Recebido em: 19/08/2021

Aceito em: 16/03/2022

Resumo

As reações de oxirredução são um conteúdo de Química que apresenta complexidade na sua aprendizagem. Várias abordagens didáticas podem ser usadas em seu ensino das quais uma é a oficina temática que consiste em uma proposta pedagógica que facilita a integração de distintas áreas do conhecimento e é capaz de promover a formação crítica, histórica e social dos estudantes. Este trabalho teve o objetivo de desenvolver e aplicar uma oficina temática remota sobre as reações de oxirredução a partir da contextualização da Conservação - Restauração de obras de arte em metal. Desse modo, foi possível discutir o tópico de Química nos aspectos fenomenológico, teórico e representacional de forma contextualizada com o patrimônio cultural através da Conservação – Restauração. A oficina foi aplicada para estudantes da segunda e terceira série do ensino médio de uma escola pública. Devido à pandemia da Covid-19, a oficina foi realizada de forma remota utilizando Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Os resultados apontaram que o conteúdo das reações de oxirredução foi bem compreendido e os estudantes perceberam o patrimônio cultural como parte da memória da cultura, percebendo sua importância através das relações entre Química, Arte e Conservação - Restauração.

Palavras-chave: Oficina temática, contextualização, oxirredução, restauração de metais artísticos, ensino remoto

Abstract

Oxi-reduction reactions are a content of Chemistry that presents complexity in its learning. Several didactic approaches can be used in their teaching, one of which is the thematic workshop which consists of a pedagogical proposal that facilitates the integration of different areas of knowledge and is able to promote the critical, historical, and social education of students. This work aimed to develop and apply a remote thematic workshop on oxidation-reduction reactions from the context of Conservation - Restoration of metal works of art. Therefore, it was possible to discuss the topic of Chemistry in the phenomenological, theoretical and representational aspects in a contextualized way with Cultural Heritage through Conservation – Restoration. The workshop was applied to second and third grade high school students at a public school. Due to the Covid-19 pandemic, the workshop was held remotely using Information and Communication Technologies (ICTs). The results showed that the content of the oxidation-reduction reactions was well understood and the students perceived the Cultural Heritage as part of the culture's memory, realizing its importance through the relationships between Chemistry, Art and Conservation - Restoration.

Keywords: Thematic workshop, contextualization, redox, metal art conservation, remote teaching

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Entre os diversos tópicos abordados no ensino de Química, temos as reações de oxirredução que fazem parte da Eletroquímica cujo escopo de estudo são as relações entre eletricidade e reações químicas (Brown et al, 2017, p.921). Este conteúdo se encontra entre os que mais trazem dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem de Química (De Jong et al, 1995). Alguns dos obstáculos encontrados pelos estudantes consistem em: dificuldade em compreender a oxidação e redução como reações complementares (De Jong & Treagust, 2002); dificuldade em identificar agentes redutores e agentes oxidantes (lógica dos inversos) (Österlund, Berg & Ekborg, 2010); dificuldade em diferenciar as reações no nível macroscópico e microscópico (Barke, Hazari, Yitbarek, 2009); dificuldade em compreender o significado do número de oxidação (De Jong & Treagust, 2002) e dificuldade em associar o conceito de reações de oxirredução com o contexto do dia a dia (Soudani et al., 2002). Além dos estudantes, as dificuldades também são encontradas pelos educadores que consideram complexo o ensino das reações de oxirredução o que torna difícil o preparo de planos de aula e sua execução (Ahtee, Asunta & Palm, 2002). Por esse motivo, muitos educadores planejam o conteúdo de eletroquímica para ser lecionado no final do ano letivo, contando que não haverá tempo suficiente para trabalhá-lo (Sanjuan, 2009).

Em virtude das dificuldades apresentadas, há um extenso número de estudos na literatura para melhorar o ensino e aprendizagem de Eletroquímica. Muitos se voltam para a cotidianização e ou contextualização do tema pela abordagem de tópicos como pilhas e baterias (Rodrigues et al, 2019), seu impacto ambiental ao serem descartadas (Arrigo, Alexandre, Assai, 2018), corrosão de metais (Sanjuan et al, 2009 & Miranda, Silva, Sá-Silva, 2020) etc. A contextualização tem o propósito de representar e interpretar a realidade, dando enfoque para situações que assumem significado individual, social e histórico o que permite se trabalhar com a dificuldade do estudante em associar o conceito de oxirredução com a sua vida. A contextualização também permite aos estudantes terem uma leitura mais crítica do mundo físico, levando-o a tomar decisões conscientes e fundamentais, o que favorece o exercício da cidadania (GEPEQ/IQUSP, 2007, p.24.). Somando-se ao que foi exposto, a contextualização possibilita ao professor e aluno associarem as experiências diárias aos conteúdos escolares, proporcionando uma aprendizagem significativa que tenha efeitos diretos nas suas vidas (BRASIL, 1999).

Existem algumas metodologias e estratégias de ensino que permitem a contextualização de um conteúdo. Dentre elas, podemos citar as oficinas temáticas que proporcionam o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos que podem contribuir para a aprendizagem da Química como uma disciplina fundamental para a formação de um cidadão crítico e participativo na sociedade. Nas oficinas temáticas as atividades são baseadas em experimentos, relacionados através de um tema gerador (Marcondes, 2008). O tema gerador faz parte da pedagogia freireana e, segundo Zitkoski e Lemes (2015), este:

estimula a curiosidade, provoca o debate, prioriza a problematização dos saberes já constituídos histórica e socialmente pelos seres humanos situados em um mundo concreto, conflituoso e contraditório (Zitkoski & Lemes, 2015)

Um dos objetivos da oficina temática é permitir uma formação integral, onde o estudante possa desenvolver além de habilidades e competências técnicas, um olhar mais crítico sobre a realidade que o cerca. Para que isso seja possível, o educando precisa ser considerado um agente central no processo educativo, onde é necessário “reconhecer que esse aluno é, na verdade, o sujeito de sua aprendizagem; é quem realiza a ação, e não alguém que sofre ou recebe uma ação” (Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002, p. 122).

Em relação ao educador, o ensino temático é uma abordagem que exige que este ultrapasse a função de mero reprodutor do conhecimento, assumindo uma postura crítica e problematizadora, com o intuito de transformar a realidade do estudante (Costa & Pinheiro, 2013). As atividades trabalhadas devem apresentar problemas e situações que busquem encorajar a participação ativa dos estudantes. Com isso, uma abordagem temática permite um ensino amplo e interdisciplinar, envolvendo conceitos científicos em diferentes contextos e facilitando a interação entre as ideias prévias do estudante e os novos conhecimentos abordados (GEPEQ/IQUSP, 2007).

Um conjunto de atividades, relacionadas ao tema gerador, são desenvolvidas na oficina temática visando abordar uma gama de aspectos de um determinado conteúdo o que permite aos estudantes adquirirem conhecimentos teóricos e, também, construir uma visão mais global do mundo, uma vez que tais atividades reúnem questões sociais, históricas, ambientais etc. (GEPEQ/IQUSP, 2007, p.9s). As atividades podem ser organizadas na oficina em três momentos pedagógicos (Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002, p.155-157): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Na problematização inicial ocorre o momento de estudo da realidade, onde realizam-se ligações entre o tema e situações reais que os estudantes conhecem e presenciam e, a partir dessa problematização, desafiá-los a expor seus pensamentos sobre as situações, manifestando suas concepções prévias. Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002):

O ponto culminante dessa problematização é fazer que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado. (Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002, p.156)

No segundo momento, organização do conhecimento, os saberes necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são apresentados sistematicamente a partir do conhecimento teórico/científico. Neste momento, o professor atua como mediador/provedor (Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002, p.156).

Por fim, no terceiro momento, aplicação do conhecimento, a reinterpretação do problema inicial é trabalhada considerando os conhecimentos adquiridos na fase da organização. Este momento pedagógico tem o objetivo de:

[...] capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais [...].(Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2002, p.157)

Os temas geradores propostos para a oficina temática devem apresentar um grau de relevância para a sociedade, justificando a sua discussão, gerando a possibilidade de assimilação de diversos conhecimentos, além do conteúdo da Química, o que caracteriza um ensino interdisciplinar. De acordo com Freire (1987):

Este é um esforço que cabe realizar, não apenas na metodologia da investigação temática que advogamos, mas também, na educação problematizadora que defendemos. O esforço de propor aos indivíduos dimensões significativas de sua realidade, cuja análise crítica lhes possibilite reconhecer a interação de suas partes. (Freire, 1987, p.61)

Um tema gerador eleito para contextualizar as reações de oxirredução foi a restauração de obras de arte em metal. O primeiro motivo para a escolha deste tema reside no fato de que grande parte dos processos de deterioração e de restauração deste material ocorrem por reações de oxirredução (Figueiredo Junior, 2012, p.150). Este tema consiste na pergunta norteadora inicial desta pesquisa que pretende saber como conduzir uma oficina temática com as disciplinas de Química e Conservação - Restauração de Obras de Arte.

Ao abordar a interdisciplinaridade com a Conservação - Restauração de Obras de Arte, pode-se aumentar a motivação pelo aprendizado de Química pelos estudantes que já se aproximam dessa disciplina e daqueles que não se interessam pelas áreas de ciências exatas e se sentem mais afins com

as áreas de Artes e Humanas. A característica de cada grupo de indivíduos reflete, como presente na Base Nacional Comum Curricular, BNCC, de 2018, nas “múltiplas culturas juvenis ou muitas juventudes”. O texto do BNCC cita que

Considerar que há muitas juventudes implica organizar uma escola que acolha as diversidades, promovendo, de modo intencional e permanente, o respeito à pessoa humana e aos seus direitos (Brasil, 2018, p.463).

Ainda, de acordo com o BNCC, a escola que acolhe diversidades precisa “Garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura” (Brasil, 2018, p.466).

A interdisciplinaridade da Química e Arte se deve a grande importância da primeira para a segunda. A produção artística depende principalmente do indivíduo com suas ideias, sensibilidade e domínio da sua técnica de expressão como a escolha por esculpir, pintar, desenhar etc. Toda essa expressão, porém, é feita através de um meio material de constituição química o que permite uma abordagem interdisciplinar entre as disciplinas. De acordo com Smieja e D’Ambruoso (2010):

A Química é profundamente relevante para as Artes Visuais. Artistas usam todos os tipos de materiais: corantes, aglutinantes, plásticos, tecidos, metais, cerâmicas, polímeros, reagentes fotoativos e assim por diante. O uso desses materiais fornece uma estrutura excelente para ensinar conceitos químicos fundamentais, incluindo propriedades da matéria, tipos de ligação, padrões periódicos e interação da matéria com a luz¹. (Smieja & D’Ambruoso, (2010 – tradução nossa)

A relação entre as duas disciplinas pode ser mais aprofundada quando a Conservação – Restauração de Obras de Arte é contemplada. Na Conservação – Restauração há os aspectos científicos da Química voltados para o controle e tratamento de processos de deterioração das obras de arte. Todo esse potencial também é discutido por Smieja e D’Ambruoso (2010):

Além disso, a Conservação – Restauração da Arte são aplicações intrigantes da Química. Ocasionalmente, a deterioração de uma obra de arte pode ser devido a um processo físico, mas a maioria das reações químicas tais como ácido-base, redox ou fotoquímicas são as principais responsáveis² (Smieja & D’Ambruoso, 2010 – tradução nossa).

Em relação aos aspectos históricos e sociais, a Conservação – Restauração da Arte está associada à preservação do patrimônio histórico e cultural, principalmente os bens materiais artísticos que fazem parte de nossas realizações como um povo, sendo reflexões de nossas vidas para compreender o hoje e um registro de quem fomos para as futuras gerações (UNESCO, 2021). Levar aos estudantes a consciência da preservação do nosso patrimônio histórico e cultural contribui para o sentimento de identidade dos indivíduos como agentes históricos e herdeiros das realizações de seus antepassados. O exercício da cidadania também é fortalecido. De acordo com Medeiros e Surya (2009):

O principal objetivo da preservação do patrimônio cultural é a melhoria da qualidade de vida da comunidade, que implica em seu bem-estar material e espiritual e na garantia do exercício da memória e da cidadania (Medeiros e Surya, 2009).

¹ Texto original: Chemistry is profoundly relevant to the visual arts. Artists use all types of matter: colorants, binders, plastics, fabrics, metals, ceramics, polymers, photoactive reagents, and so forth. The use of these materials provides an excellent framework for teaching fundamental chemistry concepts, including properties of matter, types of bonding, periodic trends, and interaction of matter with light.

² Texto original: In addition, art conservation and restoration are intriguing applications of chemistry. Occasionally, the deterioration of a work of art may be due to a physical process, but more often chemical reactions such as acid-base, redox, or photochemical reactions are the culprits.

Analisando o que foi discutido acima, o tema gerador da conservação – restauração de obras de arte em metal mostra-se adequado para a contextualização pois atende a pedagogia freireana ao levar aos estudantes a consciência do seu patrimônio histórico e cultural:

Daí a investigação da temática como ponto de partida do processo educativo, como ponto de partida de sua dialogicidade. Daí também o imperativo de dever ser conscientizadora a metodologia desta investigação. (Freire, 1987, p.61)

Esta oficina foi planejada inicialmente para ser presencial, o que não foi possível devido à pandemia do coronavírus, causador da doença Covid-19 que é altamente contagiosa e com considerável letalidade. Uma das formas de se evitar o contágio consiste no isolamento social que exige que as pessoas evitem contato e aglomeração permanecendo em suas residências. Para auxiliar no isolamento social, os governos seguiram diversas recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) entre as quais se encontra o fechamento das instituições de ensino (Conselho Nacional de Saúde, 2020). Esta situação forçou a adaptação do dia a dia e impactou na oficina temática, pois o contato presencial previsto ficou impossibilitado. Com essa nova realidade, a pergunta norteadora foi ampliada para responder como realizar a oficina temática proposta se as escolas estão fechadas como medida de isolamento social?

A resposta escolhida foi a realização da oficina de forma remota utilizando as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). As TICs constituem um conjunto de recursos tecnológicos que auxiliam na agilidade no processo de comunicação, transmissão e distribuição de informação e conhecimento (Locatelli, 2015). O seu uso buscou suplantar as dificuldades surgidas devido ao isolamento social, buscando a interação de forma virtual e promovendo uma prática didática e diferenciada, objetivando uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Devido também ao isolamento social, a metodologia dos experimentos a serem feitos pelos estudantes sofreu uma grande mudança pois exigiria destes o uso de recursos presentes em suas residências, desde vidrarias a reagentes. Desse modo, todas as mudanças propostas buscaram manter o estudante como protagonista do processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, esta pesquisa teve como objetivos apresentar o conceito de reações de oxirredução para estudantes de forma contextualizada; produzir material didático interdisciplinar de Química e Conservação - Restauração de Obras de Arte em Metal; coletar e analisar os dados obtidos através das atividades da oficina e avaliar e aplicar as TICs em uma oficina temática aplicada de forma remota.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é de caráter qualitativo exploratório pelo estudo de caso de oficina temática remota com 4 estudantes participantes e com tema gerador de conservação - restauração de obras de arte em metal para o estudo de reações de oxirredução.

A oficina temática foi intitulada “Restaurador por um dia: Um encontro entre a Química e a Arte”. Ela foi realizada com três estudantes da segunda série e um da terceira série do ensino médio de uma escola pública. A idade média dos estudantes era de 16 a 19 anos sendo que 3 eram do sexo feminino e 1 do sexo masculino. A participação deles foi voluntária e desvinculada das atividades escolares.

Todo o contato com os estudantes foi realizado através de TICs compostas por softwares de uso gratuito. O primeiro contato foi um convite para participar da oficina enviado por e-mail para todos os estudantes da escola cursantes da segunda e terceira série. Após o aceite dos 4 estudantes citados, criou-se um grupo de mensagens no aplicativo Whatsapp para troca inicial de mensagens entre eles e a mediadora. Além desse grupo de mensagens, foi criada uma pasta no aplicativo Google Drive

para armazenamento remoto em nuvem dos materiais necessários para a oficina, como vídeos e textos, e das atividades realizadas pelos estudantes também nos mesmos formatos. Os encontros síncronos da mediadora com os estudantes foram realizados através do aplicativo Google Meet usando recursos de vídeo e áudio.

No primeiro momento da oficina temática que é a problematização inicial, devem-se realizar conexões entre os conhecimentos prévios dos estudantes com o tema gerador. Para tanto, o mediador deve lhes permitir a exposição de suas vivências em relação ao assunto, apresentar também seus próprios saberes e, a partir das mútuas vivências, problematizar o conteúdo (Marcondes, 2008). A exposição dos saberes dos estudantes foi realizada, inicialmente, pelo preenchimento de um formulário online do aplicativo Google Forms no qual foram registradas suas concepções prévias sobre oxirreduções, Conservação - Restauração de Arte, patrimônio cultural e as relações da Química com Arte. As perguntas presentes no questionário foram:

- O que você entende por corrosão metálica?
- Você sabe o que são reações de oxirredução? Se sim, cite exemplos.
- Para você o que pode ser considerado arte?
- Para você existe alguma relação entre a Química e a Arte? Se sim, quais?
- Você conhece algum processo de corrosão metálica em obras de arte?
- O que você sabe sobre conservação e restauração de obras de arte?
- Você acredita que seja importante conservar e restaurar obras do patrimônio cultural brasileiro?

Ainda neste primeiro momento, houve um encontro síncrono, via Google Meet, da mediadora com os estudantes. Neste encontro ela problematizou o tema gerador apresentando uma sequência de slides e vídeo para os estudantes nos quais foram expostos brevemente os seguintes tópicos: conceitos de arte e períodos históricos artísticos; as conexões entre Química e Conservação - Restauração de Arte; obras de arte em metal do patrimônio cultural mundial e da cidade de Belo Horizonte apresentando inclusive o conceito de ligas metálicas e a composição química das obras apresentadas. Na sequência do encontro, os estudantes tiveram a oportunidade de expor novamente seus conhecimentos prévios agora de forma interativa através da própria videochamada e também pelo preenchimento de um segundo formulário no qual eles deveriam reconhecer visualmente ligas metálicas de obras de arte e seus produtos de corrosão. Imagens retiradas da Internet de obras de arte de três ligas metálicas foram apresentadas em pares de não corroída e corroída de modo a se conhecer o aspecto visual em cada situação. As ligas foram: prata de lei (92,5 % de Ag combinada com Cu ou Au ou outros elementos), bronze (Cu e Sn como elementos majoritários) e aço (Fe e C como elementos majoritários). Este formulário foi preenchido de forma síncrona com auxílio da mediadora. As questões presentes eram as seguintes:

- De quais metais são constituídas as ligas metálicas dos objetos retratados nas imagens?
- Levando em consideração que as duplas de imagens são compostas de uma mesma liga metálica, cite as diferenças entre elas (formato, cor, brilho, aspecto ...).
- Na questão anterior foram citadas algumas diferenças visíveis observadas entre os metais das duas imagens. Para você, quais fatores podem ter causados essas mudanças?
- Você acredita que seja possível reverter essas mudanças?

No segundo momento pedagógico da oficina, organização do conhecimento, houve outro encontro síncrono via o aplicativo Google Meet. Inicialmente, a mediadora apresentou um vídeo de sua autoria para os estudantes no qual ela propõe e executa um experimento de corrosão de moedas de aço inox revestidas com cobre seguindo a metodologia proposta por Faria (2015). Foram selecionadas cinco moedas novas (sem aspecto visual de corrosão) de 5 centavos e 5 diferentes tipos de soluções: água, água e sal de cozinha (sal na quantidade de meia colher de café em um quarto de um copo descartável), vinagre, ácido muriático (solução comercial a 33% de ácido clorídrico) e limpa forno

(produto de limpeza a base de hidróxido de sódio). Cada uma das moedas foi submersa nas diferentes soluções e observadas dia a dia durante uma semana. Os resultados finais foram apresentados aos estudantes que deveriam reproduzir o experimento em suas casas dentro de suas possibilidades. Tanto o uso da metodologia de Faria (2005) quanto o emprego de materiais de uso doméstico atenderam a necessidade do ensino remoto no qual os estudantes deveriam conduzir por si mesmos os experimentos quanto também a própria ação do estudante como agente da ação e não receptor passivo do ensino (Freire, 1987) sendo ele capaz de questionar etapas do experimento e, de acordo com Faria (2005): “sendo-lhe permitido propor alterações, o que em si consiste em um incentivo à indagação.” Ainda, de acordo com Marcondes (2008):

Na seleção dos experimentos, deve-se ter em conta a facilidade de manipulação por parte dos alunos, o emprego de reagentes de fácil acesso, baixa toxicidade e cujo descarte possa ser feito de maneira simples, e o tempo de realização seja relativamente curto. (Marcondes, 2008)

Ainda no segundo encontro, realizou-se uma discussão com os estudantes, intermediada pela mediadora, onde levantaram-se questões sobre as aparências das moedas ao fim do experimento e a relação desses resultados com os meios corrosivos. O vídeo e a discussão serviram de base para a teorização dos conhecimentos que envolvem as reações de oxirredução. Os aspectos formais da linguagem química como notações, modelos e definições da eletroquímica foram apresentados por textos manuscritos, durante o encontro, com o auxílio do aplicativo gratuito (DroidCam) que permite projetar em vídeo síncrono as imagens registradas pela câmera do smartphone. Os tópicos apresentados foram: número de oxidação e seu cálculo, semirreações de oxirredução, definição de agente oxidante e agente redutor, tabela de potencial padrão de redução e corrosão eletroquímica.

A última parte do encontro, que também finalizou o segundo momento pedagógico, foi destinada para instruir os estudantes sobre o preparo da última atividade da oficina, denominada “o Desafio Final”, na qual eles deveriam selecionar duas moedas de 5 centavos oxidadas no experimento proposto anteriormente e realizar suas limpezas. A escolha do método de limpeza deveria considerar o uso dos conhecimentos obtidos de reações de oxirredução e critérios discutidos da Conservação - Restauração como distinguibilidade (permitir que a restauração possa ser distinguida da obra por técnicas de restauro ou fotografia), retrabalhabilidade (um procedimento de restauração pode ser desfeito e substituído por outro mais adequado ou devido a novas deteriorações) e mínima intervenção (interferir o necessário e suficiente para que a obra continue a existir) (Kühl, 2010). O experimento deveria ser gravado e possuir, no máximo, 5 minutos de duração.

É importante observar que, devido ao formato remoto, o terceiro momento da oficina temática, aplicação do conhecimento, ocorreu em parte apenas com os estudantes. Esta parte diz respeito à condução dos experimentos de limpeza. Os estudantes tiveram autonomia total para a escolha e realização do método escolhido sem a participação síncrona da mediadora. Entretanto, isto não prejudicou a organização da oficina e tornou o estudante menos passivo na construção do seu saber já que não estava sob supervisão direta. Apenas o registro dos experimentos e a discussão dos resultados obtidos foram realizadas de forma síncrona com a mediadora.

O terceiro e último encontro iniciou-se com a apresentação dos vídeos produzidos pelos estudantes. Após as apresentações, cada estudante discutiu brevemente o seu experimento, justificando os métodos de limpeza escolhidos para cada moeda. Os métodos sugeridos foram discutidos com o intuito de analisar os mais eficientes na limpeza de acordo com os conceitos teóricos apresentados de oxirredução e de Conservação – Restauração. O encontro se encerrou com o depoimento dos alunos sobre a oficina de um modo geral.

RESULTADOS

Os resultados obtidos do primeiro momento pedagógico, problematização inicial, mostraram aspectos importantes das concepções prévias dos participantes. O estudante da terceira série apresentava conhecimentos mais científicos e generalizados de oxirredução em relação aos demais o que foi atribuído ao seu contato prévio com o tópico no ensino regular. Na pergunta sobre o que seriam as reações de oxirredução, o estudante da terceira série apresentou a definição relativa a ganho e perda de elétrons. Os demais estudantes responderam ou por exemplos citando ozonólise e reações com permanganato de potássio ou por tipos de reações como combustão e corrosão. Em relação à pergunta sobre a relação entre a Química e a Arte, os relatos demonstravam pouco saber sobre a Conservação – Restauração de Arte em si. Um estudante associou a Química à Arte pelas “fórmulas das tintas”. Outro mencionou que a “Química se relaciona com tudo” o que por extensão incluiria a Arte. A importância desta relação era reconhecida, mas eles não souberam como demonstrá-la. Em relação às demais perguntas as respostas foram bem genéricas, consistindo muitas vezes em praticamente responder com o próprio enunciado da pergunta (Por exemplo, para a pergunta “O que você entende por corrosão metálica?” houve a resposta: “É a corrosão dos metais por oxirredução.”). As respostas do questionário foram utilizadas para fomentar a criação da apresentação de slides utilizada no primeiro encontro da oficina, pois através da análise das mesmas, foi possível dar ênfase aos tópicos, discutidos na metodologia, mais relevantes a serem discutidos na apresentação de slides..

Após a apresentação de slides, os estudantes relataram que tiveram o contato inicial com muitos períodos artísticos. Eles também não reconheceram algumas obras públicas e expostas em ambientes externos da cidade de Belo Horizonte. Isto foi motivo de surpresa para os próprios estudantes que ficaram intrigados com o fato deles não conhecerem algumas obras de sua própria cidade e também ficaram curiosos em conhecê-las pessoalmente. Este desconhecimento das produções culturais da localidade em que o indivíduo vive é um fato comum e alvo de estudos da Educação Patrimonial que possui como um dos seus objetivos o reconhecimento do patrimônio material e imaterial. Sendo o patrimônio cultural um registro da memória das gerações anteriores, permitir às gerações atuais o seu reconhecimento é uma forma delas compreenderem sua própria cultura e se reconhecerem como agentes sociais (Andrade & Lamas, 2020).

Em relação à atividade final do primeiro encontro, a análise de imagens de obras não corroídas e corroídas foi baseada principalmente na coloração da superfície das obras. A prata de lei corroída foi identificada pela coloração preta (majoritariamente Ag_2S) e sem brilho metálico da forma não corroída. O bronze corroído apresenta produtos de corrosão verdes (sais básicos de cobre) diferenciados do marrom metálico da liga não corroída. Por fim, o tom marrom avermelhado dos produtos de corrosão do ferro (majoritariamente óxidos e hidróxidos de ferro) se distinguem do cinza metálico da liga de aço não corroída. A experiência prévia dos alunos com objetos corroídos, como anéis e colares de prata ou objetos de ligas de ferro, auxiliou em muito na atividade. O reconhecimento, porém, dos elementos constituintes das ligas já não ocorreu espontaneamente, como saber que o bronze possui Cu e Sn como elementos majoritários ou o teor mínimo de 92,5 % de Ag para definir a prata de lei. De um modo geral, os estudantes apresentaram respostas coerentes e bem elaboradas, o que indicou que as ideias apresentadas durante a discussão foram bem assimiladas.

No encontro virtual relativo ao segundo momento pedagógico, organização do conhecimento, foram discutidos os produtos de corrosão obtidos assim como as propriedades do cobre metálico. Exemplos como a formação do acetato de cobre, $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$, em meio de ácido acético, corrosão acentuada das moedas na solução de limpa forno e a corrosão menos acentuada em água de torneira foram discutidas usando os conhecimentos de equações químicas, agentes oxidante e redutor, potencial padrão de redução etc. No caso da formação do acetato, a sua presença é atribuída a reação do ácido acético com óxidos de cobre solubilizados (Walker, 1980 & Faria, 2016). A corrosão em

meios de alta alcalinidade se deve a dissolução do cobre em meios ricos em cloretos (Mattsson & Fredriksson, 1968) e a relativa estabilidade em água de torneira é atribuída a ausência e ou baixa concentração de agentes oxidantes assim como ao alto potencial de redução do cobre ($E^0 = + 0,34 \text{ V}$).

Em termos da linguagem química, a lógica dos inversos e a notação da eletroquímica foram os tópicos que mais apresentaram dificuldade para assimilação. Compreender uma espécie oxidante como a que é reduzida e vice-versa necessitou de maior atenção da mediadora. A notação, por sua vez, também apresenta dificuldades como, por exemplo, ao se explicar que a perda de elétrons resulta em um sinal positivo na espécie oxidada. Os estudantes interpretam inicialmente o sinal positivo como ganho (positivo significaria “mais” da operação de adição da Matemática) e não como uma carga positiva não equilibrada com a saída do elétron. A linguagem química, seus signos e notações, faz parte do aspecto representacional do conhecimento químico que é ainda constituído pelos aspectos fenomenológico, referente às transformações visíveis da matéria, e o teórico, referente ao uso de modelos e relações de causalidade que explicam o fenômeno. Um aprendizado que possua sentido para o estudante deve percorrer estes três aspectos o que torna necessário, como no exemplo citado da carga positiva de uma espécie oxidada, a discussão da linguagem junto com os aspectos fenomenológico e teórico. Esta discussão deve ir e voltar em cada aspecto até uma boa compreensão do tópico (Santos & Ferreira, 2018).

No encontro virtual relativo ao terceiro momento pedagógico, aplicação do conhecimento, os estudantes apresentaram seus experimentos propostos para a limpeza das moedas considerando as propriedades químicas e os critérios de conservação – restauração. Três estudantes propuseram um método de limpeza que envolve o uso de vinagre e sal e dois propuseram suco de limão e suco de limão com bicarbonato de sódio. Este método consiste na dissolução dos produtos de corrosão do cobre, entre eles a cuprita (Cu_2O), tenorita (CuO), malaquita ($\text{CuCO}_3\cdot\text{Cu}(\text{OH})_2$) e azurita ($2\text{CuCO}_3\cdot\text{Cu}(\text{OH})_2$) que reagem com os ácidos acético e cítrico. No caso do ácido acético, formam um complexo de Cu^{2+} com o íon acetato, $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2\cdot\text{H}_2\text{O}]$ (Walker, 1980 & Faria, 2016). Atribuiu-se o alto uso dos ácidos orgânicos com um sal devido ao grande número de sites na Internet, como Wikipédia ou Cleanipedia, contendo este tipo de procedimento. Além dos estudantes terem usado procedimentos já disponíveis na Internet, houve um protagonismo destes na sua escolha já que a mediadora lhes atribuiu a ação da procura do conhecimento necessário.

Um dos estudantes apresentou resultados de limpeza com brilha alumínio (ácidos sulfônicos) e com água sanitária (solução de hipoclorito de sódio, NaClO). Em ambas as limpezas, ocorreu a remoção dos produtos de corrosão, porém com uma abrasividade alta que diminuiu a legibilidade das moedas o que não é adequado para os fins de conservação-restauração de acordo com seu princípio de mínima intervenção (Kühl, 2010).

Após a exposição dos resultados, houve um momento para os estudantes exporem suas impressões da oficina temática. Um estudante considerou que a oficina foi encaminhada de modo a lhe permitir um entendimento “mais completo” sobre o assunto. Outro afirmou que aprender Química através de um tema relacionado à Arte tornou o processo de ensino e aprendizagem dinâmicos, o que facilitou na compreensão do conteúdo das reações de oxirredução. Em uma perspectiva geral os estudantes se mostraram interessados e curiosos, participando ativamente das discussões e atividades propostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência didática fornecida pela oficina temática possibilitou aos estudantes uma boa compreensão do conteúdo de oxirredução e uma visão mais contextualizada do mesmo, mostrando a íntima relação entre a Química e a Arte e suas implicações na sociedade ao interagir com o patrimônio cultural.

A aplicação da oficina se mostrou uma experiência gratificante para a mediadora e estudantes, pois foi possível observar que eles se empenharam em interagir nas discussões e realizar as atividades propostas. Os estudantes relataram ter conseguido correlacionar as reações de oxirredução aos aspectos relacionados à conservação - restauração de obras de arte em metal, de forma a mudar a concepção de que os conteúdos da Química não têm ligação com o cotidiano, o que gera um maior interesse e uma maior motivação para estudá-los. Nesta perspectiva, ela trouxe elementos significativos a fim de promover maior articulação entre o conteúdo e a assimilação do conhecimento, permitindo também a identificação do estudante como agente histórico e social ao reconhecer seu patrimônio cultural e compreender a necessidade de sua preservação.

A realização da oficina didática de modo remoto tornou-se uma realidade através do uso de TICs. As limitações impostas pelo distanciamento social em virtude da pandemia da Covid-19 foi o motivador da modalidade remota, mas acreditamos que seja possível, fora de um cenário de pandemia, incorporar oficinas didáticas no ensino remoto.

REFERÊNCIAS

Ahtee, M., Asunta, T., & Palm, H. (2002). Student Teachers Problems in teaching electrolysis with a key demonstration. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(3), 317 – 326. Acesso em 17 ago., 2021. <https://doi.org/10.1039/B0RP90031A>

Andrade, L.B. & Lamas, N.C. (2020). Educação patrimonial no ensino formal: consciência e participação cidadã. *Educação e Pesquisa*, 46, 1 – 21. Acesso em 17 ago., 2021. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046219255>

Arrigo, V.; Alexandre, M. C. L. & Assai, N. D. S. (2018). O Ensino de Química e a Educação Ambiental: Uma Proposta para Trabalhar Conteúdos de Pilhas e Baterias. *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(5), 306 – 325. Acesso em 17 ago., 2021. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/105>

Barke, H. D.; Hazari, A. & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry*. Berlim: Springer.

Brasil. Ministério da Educação. (2018) *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. Acesso em 17 ago., 2021. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Brown, T. L.; Lemay Junior, H. E.; Bursten, B. E.; Murphy, C. J.; Woodward, P. M. & Stoltzfus. M.W. (2017). *Química: a ciência central*. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil.

Conselho Nacional de Saúde. (2020). *Recomendação N° 027, de 22 de abril de 2020*. Acesso em 21 jul., 2021. <http://conselho.saude.gov.br/images/Recomendacoes/2020/Reco027.pdf>

Costa, J. de M.; Pinheiro, N. A. M. (2013). O ensino por meio de temas-geradores: A educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. *Imagens da Educação*, 3(2), 37-44. Acesso em 17 ago., 2021. <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v3i2.20265>

De Jong, O.; Acampo, J. & Verdonk, A. (1995). Problems in teaching the topic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1097-1110. Acesso em 17 ago., 2021. <https://doi.org/10.1002/tea.3660321008>

De Jong, O. & Treagust, D. (2002). The teaching and learning of electrochemistry. In J. K. GILBERT; O. DE JONG; R. JUSTI; D. F.TREAGUST & J. H. VAN DRIEL (Eds.), *Chemical Education:*

- Towards Research-based Practice* (pp. 317–337). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. Acesso em 17 ago., 2021. https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_14
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A. & Pernambuco, M. M. (2002) *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. São Paulo: Cortez.
- Faria, D. L. A., Bernardino, N. D., Setubal S. R. M., Novais V. & Constantino V. R. L. (2016). Limpando Moedas de Cobre: Um Laboratório Químico na Cozinha de Casa. *Química Nova na Escola*, 38(1), 20 – 24. Acesso em 17 ago., 2021. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160004>
- Figueiredo Junior, J. C. D. (2012) *Química Aplicada à Conservação e Restauração de Bens Culturais: uma introdução*. Belo Horizonte: São Jerônimo.
- Freire, Paulo. (1987) *Pedagogia do oprimido*. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- GEPEQ/IQUSP. (2007) *Oficinas temáticas no ensino público visando à formação continuada de professores*. São Paulo: Seesp. Acesso em 17 ago., 2021. <https://gepeqiqusp.wixsite.com/gepeq/publicaes>
- Kühl, B.M. (2010). Notas sobre a Carta de Veneza. *Anais do Museu Paulista*, 18(2), 287 – 320. Acesso em 17 ago., 2021. <https://doi.org/10.1590/S0101-47142010000200008>
- Locatelli, A. Zoch, A. N. & Trentin, M. A. S. (2015). TICs no ensino de química: Um recorte do “Estado da Arte”. *Revista Tecnologias na Educação*, 7(12). Acesso em 21 jul., 2021. <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art19-vol12-julho2015.pdf>
- Marcondes, M. E. R. (2008). Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Em Extensão*, 7(1), 67 – 77. Acesso em 17 ago., 2021. <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20391>
- Mattsson, E. & Fredriksson, A.M. (1968). Pitting Corrosion in Copper Tubes – Cause of Corrosion and Counter-Measures. *British Corrosion Journal*, 3(5), 246–257. Acesso em 15 mar., 2022. <https://doi.org/doi:10.1179/000705968798326037>
- Medeiros, M. C., Surya, L. (2009). *A importância da educação patrimonial para a preservação do patrimônio*. In: XXV Simpósio Nacional de História – CE, Fortaleza: 2009. Anais. Fortaleza: Associação Nacional de História – ANPUH. Acesso em 17 ago., 2021. https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/201901/1548772007_78c4449e3d9ea65b86d531e61c3d4119.pdf
- Miranda A. J. A.; Silva, A. L. P. & Sá-Silva, J. R. (2020). Corrosão no ensino de Química: uma análise dos artigos publicados em Química Nova na Escola. *Química Nova na Escola*, 42(4), 322-329. Acesso em 17 ago., 2021. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160214>
- Österlund, L. L.; Berg, A. e Ekborg, M. (2010). Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? *Chemical Education Research and Practice*, 11, 182-192. Acesso em 17 ago., 2021. <https://doi.org/10.1039/C005467B>
- Rodrigues, R. P.; Silva, F. F. A.; Farias, W. R.; Faria, D. M.; Vieira, L. M. & Resende, E. C. (2019). Pilhas e Baterias: Desenvolvimento de Oficina Temática para o Ensino de Eletroquímica. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(1), 240 – 255. Acesso em 17 ago., 2021. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID575/v14_n1_a2019.pdf
- Sanjuan, M. E. C.; Santos, C. V.; Maia, J. O.; Silva, A. F. A. & Wartha, E. J. (2009). Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. *Química Nova na Escola*, 31(3), 190 – 197. Acesso em 17 ago., 2021. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/07-RSA-2008.pdf

Santos, B.C.D. & Ferreira, M. (2018). Contextualização como Princípio para o Ensino de Química no Âmbito de um Curso de Educação Popular. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5(13), 497 – 511. Acesso em 17 ago., 2021. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID554/v13_n5_a2018.pdf

Smieja, J.A. & D'Ambruso G.D. (2010). Art and Chemistry: Designing a Study-Abroad Course. *Journal of Chemical Education*, 87(10), 1085 – 1088. Acesso em 17 ago., 2021. <https://doi.org/10.1021/ed900033x>

Soudani, M.; Sivade, A.; Cros, D. & Médimagh, M. S. (2000). Transferring knowledge from the classroom to the real world: redox concepts. *School Science Review*, 82(298), 65 – 72.

UNESCO. World Heritage. (2020). Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/about/>. Acesso em 21 jul., 2021.

Walker, R. (1980). Corrosion and Preservation of Bronze Artifacts. *Journal of Chemical Education*, 57(4), 277 – 80. Acesso em 17 ago., 2021. <https://doi.org/10.1021/ed057p277>

Zitkoski, J. J.; Lemes, R. K. (2015). *O Tema Gerador Segundo Freire: base para a interdisciplinaridade*. In: IX Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire: Utopia, Esperança e Humanização – RS, Taquara: 2015. FACCAT, p. 5-8. Acesso em 17 ago., 2021. https://www2.faccat.br/portal/sites/default/files/zitkoski_lemes.pdf