

Ensino e aprendizagem dos conceitos químicos de oxirredução através da temática limpeza e recuperação de bijuterias

Teaching and learning the chemical concepts of oxidation-reduction through the theme of cleaning and recovering jewelry

Enseñar y aprender los conceptos químicos de oxidación-reducción a través del tema de limpieza y recuperación de joyas

Vitória Maria da Silva (vitoriam1401@gmail.com)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Brasil
<https://orcid.org/0009-0001-8520-754X>

Jacqueline Pereira Gomes (jacquelinepereiragomes1993@gmail.com),
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-3138-6845>

Francisco Ferreira Dantas Filho (dantasquimica@yahoo.com.br)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-4151-545X>

Resumo

Em consonância com o momento de reestruturação do ensino básico no Brasil, a partir de paradigmas educacionais, nos quais o aluno é motivado a protagonizar sua própria aprendizagem, o presente trabalho, tem como objetivo elaborar e aplicar uma Sequência Didática (SD) com a temática recuperação de bijuterias para ensinar o conteúdo de reações de oxirredução. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de cunho qualitativo. O público-alvo foi uma turma da 2ª Série do Ensino Médio, de uma escola pública estadual do município de Queimadas–PB, totalizando 26 estudantes, os quais possuíam faixa etária entre 16 e 20 anos. O instrumento de coleta de dados partiu do desenvolvimento e aplicação de uma SD, a qual foi planejada para ser aplicada em 4 etapas, sendo elas: i. Aplicação da situação-problema; ii. Aula dialogada com os participantes; iii. Realização do experimento “Limpeza e recuperação de bijuterias e iv. Avaliação da SD aplicada. Para análise dos questionários, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin. Perante os resultados obtidos com a aplicação da SD foi possível compreender que houve a promoção e a interação dos estudantes durante as aulas, assim como o interesse dos mesmos pelo estudo dos conceitos científicos de química.

Palavras-chave: Ensino de Química; Experimentação; Educação Básica.

Abstract

In line with the moment of restructuring of basic education in Brazil, based on educational paradigms, in which the student is motivated to lead their own learning, the present work aims to develop and apply a Didactic Sequence (DS) with the theme jewelry recovery to teach the content of redox reactions. To this end, qualitative research was carried out. The target audience was a 2nd grade high school class from a state public school in the city of Queimadas–PB, totaling 26 students, aged between 16 and 20. The data collection instrument started from the development and application of an SD, which was planned to be applied in 4 stages, namely: i. Application of the problem situation; ii. Class dialogued with participants; iii. Carrying out the experiment “Cleaning and recovery of jewelry and iv. Assessment of applied SD. To analyze the questionnaires, Bardin's content analysis technique was used. Given the results obtained with the application of SD, it was possible to understand that there was promotion and interaction among students during classes, as well as their interest in the topic at hand.

Keywords: Chemistry Teaching; Experimentation; Basic Education.

Resumen

En línea con el momento de reestructuración de la educación básica en Brasil, basada en paradigmas educativos, en los que el estudiante es motivado a liderar su propio aprendizaje, el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar y aplicar una Secuencia Didáctica (DS) con el tema recuperación de joyas a Enseñar el contenido de las reacciones redox. Para ello se llevó a cabo una investigación cualitativa. El público objetivo fue una clase de 2º grado de secundaria de una escuela pública estatal de la ciudad de Queimadas – PB, con un total de 26 estudiantes, con edades entre 16 y 20 años. El instrumento de recolección de datos partió del desarrollo y aplicación de un DS, el cual se planificó su aplicación en 4 etapas, a saber: i. Aplicación de la situación problemática; ii. Clase dialogada con los participantes; III. Realización del experimento “Limpieza y recuperación de joyas y iv. Evaluación de SD aplicada. Para el análisis de los cuestionarios se utilizó la técnica de análisis de contenido de Bardin. Dado los resultados obtenidos con la aplicación de SD, se pudo entender que hubo promoción e interacción entre los estudiantes durante las clases, así como su interés por el tema tratado.

Palabras-clave: Enseñanza de la Química; Experimentación; Educación Básica.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química nas escolas torna-se fadigado e pouco atrativo quando o seu ensino acontece de forma descontextualizada, sem ligação com os elementos que motivam a própria existência da ciência. Direcionar o ensino de Química para o fim social, tornando o conhecimento útil ao usuário por meio de vínculos com temas relevantes e imperativos, vinculados a problemas socioculturais da comunidade dos

estudantes. Vogel (2014) explica que ensinar Química, atualmente, é um desafio, pois o professor e o estudante concordam que ensinar e compreender a química pode ser complexo dependendo da forma que os conceitos são ensinados.

De acordo com Gomes *et al.* (2024), é importante que as aulas de química não estejam pautadas apenas no que os livros didáticos abordam, sendo importante que sejam utilizadas ferramentas que auxiliem a sua utilização. Nesse sentido, seria possível trabalhar com os estudos dos metais, haja vista que eles estão relacionados ao ensino envolvendo algumas transformações no decorrer da história, de forma que o homem sempre esteve em constantes descobertas de como poderia dar sustentabilidade, firmeza e durabilidade a objetos comumente usados no seu cotidiano. Os metais estão envoltos em transformações e fizeram parte da evolução social com as eras passadas. Existiram três eras que fundamentaram o fim do período neolítico: idade do cobre, idade do bronze e idade dos metais. É importante estudar os processos envolvidos no ganho e perda de elétrons.

Partindo destas ideias buscando trabalhar esses conceitos com os estudantes de forma contextualizada com o seu cotidiano, a presente pesquisa buscou respostas que pudessem atender a seguinte problemática: É possível desenvolver e aplicar uma SD a partir da temática recuperação de bijuterias para oportunizar a compreensão sobre os metais e assim contribuir com o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes? Como seria a aceitação dos estudantes por essa SD?

Sendo assim, essa pesquisa objetivou investigar o nível de conhecimento dos alunos de uma escola pública da Educação Básica sobre desgaste dos metais aplicada às bijuterias e sua sensibilidade diante de determinadas substâncias e reações de oxirredução através da aplicação de uma SD.

ENSINO DOS METAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Em sua revisão bibliográfica, Duffus (2002) constatou que, nas últimas décadas, o conceito metal pesado tem sido usado em várias publicações e legislações como um grupo de metais e semimetais associados com contaminações e potencial toxicidade e ecotoxicidade. Vê-se que quanto mais pesado for um metal, mais o seu nível de toxicidade

poderá ser apresentado, e nesta via se pensa no quão isso é prejudicial ao meio ambiente quando o descarte incorreto acontece.

Um estudo realizado por Palácio *et al.* (2005), em água de rio, mostrou que uma concentração de 0,03 mg L⁻¹ de Cu dissolvido provoca uma inibição de 40% no crescimento das raízes de cebola. A mesma redução foi observada na presença de 1,00 mg L⁻¹ de Zn dissolvido. Essa toxicidade dos metais pode ser um divisor no consumo de alimentos por conta da infertilidade do solo, bem como, na contaminação dos efluentes em que há consumo direto daquela água, além dos peixes que podem consumi-lo e assim o mesmo não poderá ser consumido, inviabilizando a comercialização em determinada área.

Pode-se facilmente pensar que o desgaste dos metais ocorre de forma recorrente e tão comum quanto diversos acontecimentos cotidianos, e há casos onde portões e demais objetos metálicos em uma residência oxidam e o meio mais prático e barato para conservá-lo, é a pintura. Segundo Pessoa (2023), a tinta mais resistente para ser aplicada em metal é a epóxi, haja vista que possuem alta estabilidade química, boa adesão e resistência. Essa opção traz em sua composição, propriedades que atuam para preservar pelo maior tempo possível a estrutura metálica em que ela está inserida. Dessa forma, é a melhor opção no que diz respeito a manutenção da vida útil das peças. Mas levando em conta o valor de determinadas tintas e alternativas, se recorre ao mais viável e barato, e assim acaba-se por consumir um produto não tão eficiente e posteriormente aquela superfície irá novamente apresentar seu desgaste sem recuo algum.

A corrosão é o processo de desgaste que vem após a oxidação, é por meio dela que ocorre o desprendimento do metal onde há uma exposição mais intensa aos danos que venham a existir por conta do contato direto e lento com o ambiente. Apesar de estar diretamente associada aos metais, a corrosão também ocorre em materiais não metálicos como concreto e polímeros (Gentil, 2003). Enquanto que a ferrugem é uma transformação posterior a oxidação e a corrosão que geram o hidróxido de ferro (FeOH) dando ao metal a cor alaranjada que é vista de forma aparente, ela é o último processo de degradação ao qual um material de origem metálica tende a passar.

RECUPERAÇÃO DE BIJUTERIA E A SUA RELEVÂNCIA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

A recuperação de bijuterias é de grande importância para entendermos o que ocorre antes da sua recuperação e após. As bijuterias têm preço mais acessível em relação a joias folheadas com ouro, prata e bronze. Tendo conhecimento dos processos pelos quais podemos mantê-las polidas e com aparência bem cuidada, facilita o menor consumo dos metais de bijuteria, evitando que eles venham a ser jogados no lixo demorando anos e anos para se decomporem na natureza.

A química é muito mais do que adicionar-se sódio metálico em água e observar a mudança violenta e imediata de cor e estrutura, é incrivelmente belo, mas a química pode facilmente ser observada na textura de uma peça prateada desgastada pelo contato com água e o ar, e que ao ser polida apresenta uma nova versão de si que foi escondida pela oxidação e a consequente perda de elétrons para o meio. Para Hodson (1990), muitos professores utilizam o laboratório sem uma adequada reflexão, acreditando que o experimento possa ensinar aos estudantes sobre o que é ciência e sua metodologia. Contudo, a experimentação tem o objetivo de chamar a atenção do aluno e aguçar sua curiosidade, porém exclusivamente motivacional, com único propósito de ensinar conteúdos (Cajas, 2001).

Lutfi (1988) propõe um olhar diferenciado e não reducionista sobre o cotidiano, procurando extrair dele suas características comuns, corriqueiras para estudo mais complexo embasado em conhecimentos sistematizados. O termo cotidiano há alguns anos vem se caracterizando por ser um recurso com vistas a relacionar situações corriqueiras ligadas ao dia a dia das pessoas com conhecimentos científicos, ou seja, um ensino de conteúdos relacionados a fenômenos que ocorrem na vida diária dos indivíduos com vistas à aprendizagem de conceitos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

Adentrando-se nos aspectos químicos, a temática se permeia no conceito de reações de oxirredução pelo entendimento que se tem do processo reacional que ocorre numa superfície metálica. Quando Fe_2O_3 é reduzido pelo monóxido de carbono, o oxigênio ali presente é removido do minério de ferro é adicionado ao monóxido de carbono, que é

oxidado pela adição do oxigênio para formar o dióxido de carbono. Todo o processo em que o oxigênio é adicionado a uma outra substância é uma oxidação. Podemos facilmente dizer que durante essa reação, é que o metal se mostra frágil e assim começa os processos de desgaste. Entender essas lacunas é fundamental para que as transformações observadas nas peças, seja compreendida e não seja nomeada como uma peça suja quando se trata ali de uma reação química espontânea. A cor original do metal altera-se para marrom e seu brilho também é perdido.

Sendo assim, trabalhar com o Componente Curricular Química é importante, por ela ser uma ciência que engloba a teoria e a prática. No entanto, é necessário contextualizar o Ensino da Química mediante temáticas presentes no cotidiano dos estudantes, promovendo na sala de aula debates e rodas de conversas sobre tais questões relacionadas ao cotidiano do estudante. Segundo Prsybyciem, Silveira e Sauer (2018), quando relaciona os processos de ensino e a aprendizagem ao cotidiano do estudante, é possível promover o seu protagonismo mediante a sua participação ativa e engajamento nas atividades em sala de aula.

METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto nesse trabalho, pela realização de uma pesquisa de cunho qualitativo, de forma que o autor Triviños (1997) explica que:

A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento fundamental baseando suas conclusões nas descrições do real cultural que lhes interessa por tirar dele os significados que tem para as pessoas que pertencem a essa realidade e seus resultados são produtos de uma visão subjetiva, expressa por narrativas, declarações de pessoas e entrevistas (Triviños, 1997, p.173).

O público-alvo foi uma da 2ª Série do Ensino Médio, de uma escola pública estadual do município de Queimadas-PB, totalizando 26 estudantes, os quais possuíam entre 16 e 20 anos de idade.

Para isso, foi desenvolvida e aplicada uma SD, a qual se encontra descrita no Quadro 1.

Quadro 1- SD elaborada e aplicada com os estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

ETAPAS	CONTEÚDOS	ITENCIONALIDADE
1ª Etapa (Nº de aulas: 02/100min) Aplicação da situação problema.	Recuperação de objetos de prata; reações em meio aquoso.	Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conteúdo oxirredução
2ª Etapa (Nº de aulas: 03/150min) Aula dialogada com os participantes.	Reações de oxidação associada a processos de corrosão. Pilhas, nobreza dos metais, potenciais de redução. Reação de oxirredução; oxirredução; descartes de pilhas e baterias no meio ambiente.	Oportunizar o processo de ensinar e aprender sobre os metais a partir da temática “ <i>Limpeza e recuperação de bijuterias</i> ”.
3ª Etapa (Nº de aulas: 02/100min) Realização do Experimento “ <i>Limpeza e recuperação de bijuterias</i> ”	Número de oxidação, agente oxidante e redutor.	Vincular o conceito de pilha ao experimento realizado.
4ª Etapa (Nº de aulas: 02/100min) Avaliação da SD aplicada.	Aplicação de um questionário relacionado à SD aplicada.	Avaliar se a aplicação da SD facilitou a aprendizagem dos conceitos científicos.

Fonte: Dados da pesquisa, (2022).

A SD foi aplicada em 4 etapas, as quais totalizaram nove aulas de cinquenta minutos cada uma, e seu primeiro momento buscou saber os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos metais, mediante a apresentação de uma situação-problema envolvendo a limpeza de objetos de prata de modo que os estudantes realizassem a escrita de um texto para ser debatido em sala.

A segunda etapa volta-se para a introdução do estudo do conteúdo *Eletroquímica*. Para isso, foram utilizados os livros didáticos de Química dos autores Fonseca (2016)¹ e Feltre² (1990), preparando uma aula em slide sobre o conteúdo em questão e buscando oportunizar o diálogo, vinculando à temática “*Limpeza e recuperação de bijuterias*”.

¹FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: Ensino Médio** / Martha Reis. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. 288 p. ISBN 9788508179480

²FELTRE, R. **Química: Físico-Química**. V. 2. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 1990.

A terceira etapa é demarcada pela realização do experimento “*Limpeza e recuperação de bijuterias*”, o qual tinha como objetivo apresentar o processo de reação de oxidação, onde os metais ficam desprotegidos, perdendo elétrons para o ar e para outras substâncias com que o mesmo está em contato.

A quarta etapa volta-se para a avaliação da aprendizagem e da SD aplicada, de modo que foi realizada a aplicação de um questionário voltado composto por 02 (duas) questões subjetivas sobre SD aplicada junto aos estudantes. De acordo com Gil (2007, p.144), por questionário entende-se como sendo um conjunto de questões respondidas por escrito pelo pesquisado.

Procedimento experimental do experimento “Limpeza e recuperação de bijuterias”

Os materiais e reagentes, utilizados na “*Limpeza e recuperação de bijuterias*”, encontram-se descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Materiais e reagentes utilizados na “*Limpeza e recuperação de bijuterias*”

MATERIAIS E REAGENTES	QUANTIDADE
Pasta de dente (adulto)	1 Unidade
Colher de chá de bicarbonato de sódio	1 Colher de sopa
Copo de vinagre	250 mL
Escova de dente	1Unidade
Grãos de arroz	10 gramas
Pano bem macio	1Unidade
Béqueres	3 unidades de 500 mL
Detergente neutro	1 Colher de sopa
Água	1 Litro
Bastão de vidro	1 Unidade
Papel alumínio	1 Unidade
Espátula	1 Unidade
Pisseta	1 Unidade

Fonte: Dados da pesquisa, (2022).

Mediante os materiais e reagentes e as suas respectivas quantidades, deu-se início ao experimento, o qual foi sistematizado em três etapas, a saber:

Etapa 1: Adicionar água em um recipiente, neste caso um béquer de 500 mL. Em seguida, adicionar o vinagre, detergente, bicarbonato de sódio. Misturar os ingredientes com o auxílio do bastão de vidro. Em um béquer menor, adicionar a mistura e inserir as

bijuterias cuidadosamente. Deixar em repouso com a solução por cinco minutos. Em seguida, retirar as bijuterias do béquer e fazer uma escovação suave para que se eliminem os resquícios da solução. Na etapa seguinte, enxaguar em água corrente e secar as bijuterias em todas as suas extremidades, até que se possa observar com exatidão as transformações adquiridas com a experimentação.

O mesmo experimento citado pode ser realizado nas mesmas etapas, mas ao invés de usar um béquer, usa-se uma folha de papel alumínio. As peças metálicas são inseridas no papel na parte de dentro do mesmo, e então adicionam-se os reagentes indicados. Deixa-se em descanso por cinco minutos e se retira para ser feita a lavagem em água destilada (ou água corrente). As peças devem ser secas para se observar as mudanças.

Etapa 2: Adicionar água em um béquer mediano, adicionar os grãos de arroz e o detergente. Deixar agir por 10 segundos. Enxaguar e em seguida secar a bijuteria.

Etapa 3: Adicionar uma pequena quantidade de pasta de dente sobre as cerdas da escova, em seguida, molhar a bijuteria da preferência com ajuda de uma pisseta. Inicia-se a escovação devagar, por todas as extremidades da bijuteria, a fim de que o processo seja eficaz. Enxágue em água corrente e seque com uma flanela ou pano macio.

Finalizado o experimento, os estudantes irão analisá-lo e responder aos seguintes questionamentos: I. O que foi observado nas bijuterias antes do experimento? II. Você conhece os materiais utilizados? III. Quais são os três estados do metal quando ele está exposto ao ambiente? IV. A oxidação foi removida totalmente? V. Como ficaram as bijuterias após os experimentos? VI. É rentável fazer a limpeza (polir) das bijuterias? VII. Qual o procedimento utilizado para retardar o processo de oxidação dos metais?

Para análise dos questionários, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2011, p.15), pois, “a análise do conteúdo é um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados”. A análise de conteúdo se apresenta como um conjunto de técnicas de análise das comunicações que procura fazer o uso de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

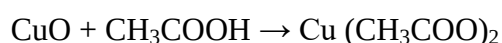
A partir do estudo dos metais foi abordado contextos históricos e explicou-se o fator dos três estados de desgaste dos metais gerados pela exposição ao tempo e a determinadas substâncias que determinado corpo metálico pode estar sujeito a entrar em contato, pôde ser visto que os mesmos não sabiam muito sobre a temática e conforme ia se destrinchando os pontos importantes surgiam o impressionismo, viam a Química presente em contextos cotidianos.

Com a aplicação da SD os alunos se mostraram curiosos quando foi comentado sobre como o aspecto metálico muda durante essas trocas de elétrons, pois os mesmos só conseguiam imaginar ou até mesmo deduzir o porquê desses processos. Quando se fizeram no quadro as trocas de cargas oxidativas, a partir da reação do ferro com oxigênio, eles puderam efetivamente relacionar o que viam nos metais de suas próprias residências e os aspectos científicos.

Realização do Experimento “*Limpeza e recuperação de bijuterias*”

Situação-problema: As bijuterias de prata, com o passar do tempo, escurecem, pela formação do Óxido de Cobre II. A luz do seu conhecimento químico, sobre os conceitos de oxidação, utilizando o vinagre que contém um ácido orgânico, escreva a reação completa para recuperação do objeto de cobre.

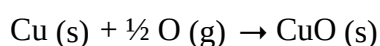
Resposta esperada: $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$



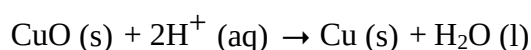
Ao iniciar da aula onde a situação problema foi imposta aos mesmos, eles puderam aos poucos responder sobre o escurecimento das peças e assimilar então a utilização do ácido acético e bicarbonato de sódio reagindo entre si em uma reação de neutralização. Quando questionada sobre a reação esperada pela situação problema, grande maioria relatou corretamente e até se dispuseram a ir ao quadro escrever a reação explicando seu ponto de vista o que havia compreendido através das aulas teóricas. Contudo, alguns responderam que a reação provocada seria a que aconteceria entre os reagentes que seriam utilizados na prática. Obviamente que haveria a reação do vinagre e bicarbonato, mas a

base era compreender a reação de desgaste de uma peça de prata com o decorrer do uso e como a oxidação acontece de maneira espontânea.

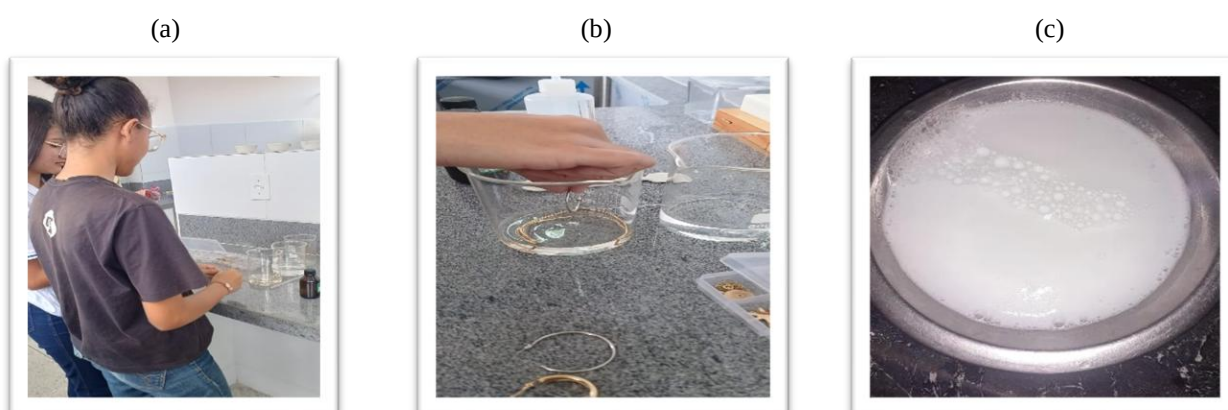
Na realidade, o cobre tende a sofrer oxidação espontânea por conta do oxigênio presente no ar, formando uma película de óxido em sua superfície. Por conta disso, a bijuteria acaba adquirindo um aspecto feio sem o brilho e cor característico.

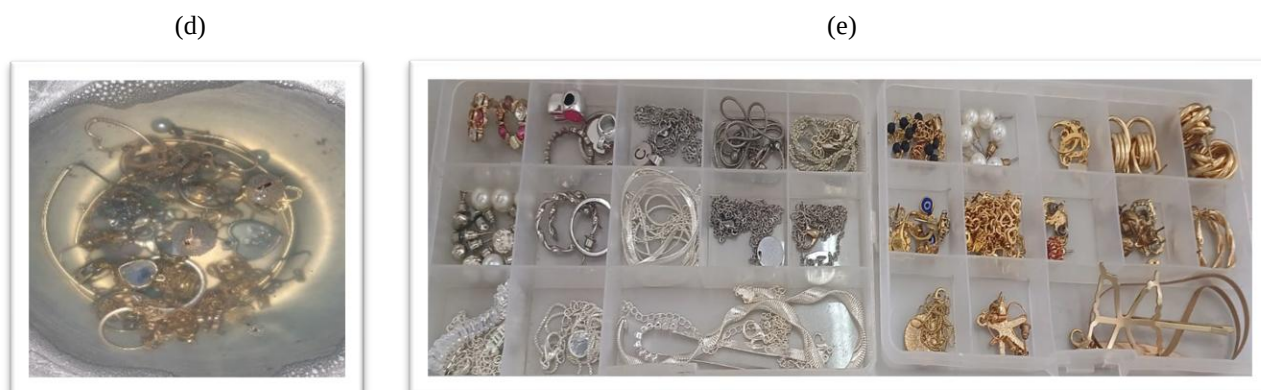


Sendo o número de oxidação do cobre e do oxigênio zero, o cobre oxida, tendo seu nox modificado de zero para 2+, e oxigênio reduz, tendo alterado seu nox de zero para 2-. Ao adicionar uma bijuteria na mistura de vinagre e bicarbonato de sódio, ela ganha uma coloração mais clara. Ocorre pelo fato de o vinagre ser um ácido (ácido acético ~4,2%) e ele limpar a moeda da “sujeira” ou simplesmente do desgaste aparente que ela adquire com o passar do tempo de uso. De acordo com a teoria de ácido-base de Bronsted-Lowry, os ácidos tendem a liberar um próton, H^+ , logo ocorre uma reação ao adicionar as bijuterias a solução:



O sal presente na solução atua como um catalizador, acelerando a reação observada. A Figura 1, apresenta alguns registros em que os estudantes estavam realizando o experimento “*Limpeza e recuperação de bijuterias*”.





Fonte: Dados da pesquisa, (2022).

Figura 1 - Observações do experimento recuperação de bijuterias

Na Figura a, nota-se que as peças estão sem brilho e a cor original está desgastada, já que neste ponto, a oxidação, como sendo a primeira fase do desgaste metálico, já está em atividade, removendo qualquer resquício de beleza que a peça tinha.

Na Figura b, em um recipiente aberto para que a passagem de oxigênio pudesse ocorrer de maneira efetiva, adicionou-se duas colheres de sopa de bicarbonato de sódio e 100 mL de ácido acético. Assim que o ácido carbônico passou a reagir com o sólido, se observou a formação da espuma branca como se observa na imagem ao lado. Em seguida, foram adicionadas duas colheres de detergente neutro e as bijuterias foram inseridas no recipiente para que pudessem ficar em repouso na solução. Obteve-se aqui a reação de neutralização do meio, formando água e acetato de sódio, além de observarmos uma efervescência (devido à formação de CO_2).

Na Figura c, conforme os segundos iam passando e a reação acontecia de maneira espontânea, era possível observar que a espuma produzida inicialmente ia diminuindo aos poucos, ~~ia~~ sendo possível observar as bijuterias imersas. Das peças se via desprender os resíduos de sujeira das extremidades, mas também o próprio desgaste. Sabe-se então que a solução apresentou pH alcalino, o que pode facilitar a limpeza de certas superfícies.

Na Figura d, após o fim da reação inicial, a espuma efervescente sumiu por completo, restando apenas a solução já que o acetato (sal formado) é solúvel por completo em meio aquoso, logo o sal estaria solubilizado na água já presente no meio. A cor da solução estava em tons de verde e amarelo, indicando que os resquícios de resíduos das

peças estavam sendo realmente desprendidos da superfície metálica. Houve, de fato, a remoção da camada de óxido das peças, que é justamente o gerador da coloração escura observada.

Na Figura e, ao fim da experimentação, foi possível constatar que a recuperação teve resultados satisfatórios. Embora as peças não tenham apresentado um aspecto semelhante quando compradas, se vê nelas um ganho de brilho e coloração. A recuperação não evita que a oxidação ocorra permanentemente, mas atua como um retardante para ocorrer posteriormente. Ao fim da prática, o que restou ao fundo do recipiente foi analisado. Houve a remoção da sujeira como anteriormente mencionado, todavia, o efeito abrasivo é feito por um sal solúvel em água, logo, não deixou manchas na superfície após o enxágue com água.

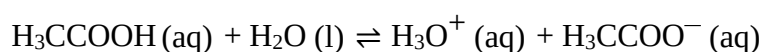
Os estudantes foram questionados sobre o tipo de reação que estava envolvida no processo de recuperação das bijuterias, e as respostas atribuídas por eles encontram-se expostas no Quadro 3.

Quadro 3 - Respostas dos estudantes acerca da reação química envolvida no experimento.

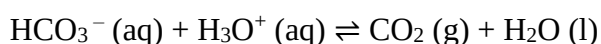
Categoria 1: Que tipo de reação ocorreu? Justifique.		
Subcategorias	Nº de Falas	Respostas
1.1. Os estudantes falam da reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre.	13	<i>“A reação que ocorreu durante a experimentação foi entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, e como um é ácido e o outro é básico, acaba acontecendo uma neutralização, no fim eles produziram um sal, gás e água.” (Aluno 14)</i>
1.2. Os estudantes remetem à alcalinidade presente na reação.	7	<i>“Essa reação faz a solução se tornar alcalina, quando o meio é alcalino a gente consegue ter um pH nem ácido e nem básico, é como se fosse um meio termo.” (Aluno 17)</i>
1.3. Os estudantes justificam que acontece uma reação de neutralização.	5	<i>“A reação entre o vinagre e o bicarbonato é de neutralização porque um ácido e outro básico, então quando eles estão juntos tem que neutralizar a solução porque um tem um pH abaixo de 7 e outro tem acima.” (Aluno 22)</i>

Fonte: Dados da pesquisa, (2022).

A reação de neutralização explicada pelos estudantes esteve realmente fundada ao contexto reacional que se observa na reação produzida ao se ter uma base como o NaHCO_3 e um ácido como o CH_3COOH . O dióxido de carbono (CO_2) gás que é produzido durante a reação, é liberado quando se mistura vinagre comercial com bicarbonato de sódio, é um dos produtos gerado na reação de neutralização do ácido acético, presente no vinagre, pelo bicarbonato de sódio. O equilíbrio de ionização do ácido acético:



Há um deslocamento pela adição do íon acetato, na forma de acetato de sódio aquoso. O deslocamento desse equilíbrio, em que reduz a concentração da água protonada $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, pode ser demonstrada através da reação do ácido com a base.



Se considera que quanto maior for a concentração do cátion, mais rápida será essa reação. Um dos questionamentos que surgiram foi como houve a efervescência na mistura, e o fator decisivo para seu surgimento é simplesmente o fato do gás carbônico ser liberado durante a reação e uma dada quantidade de água também ser liberada provocando um aumento de líquido. Alguns alunos insistiam em dizer que a reação era uma substância, todavia sabe-se que substância é formada por um único tipo de componente (átomos, moléculas ou aglomerados iônicos) e possuem propriedades constantes e definidas. Para Furió, Solbes e Carrascosa (2012), a dificuldade observada nos estudantes está em fazer a diferenciação entre solução e substância, podendo estar relacionada ao fator dos dois termos serem usados como sinônimos na linguagem cotidiana e a qual os mesmos estão acostumados.

Deste modo, foi explicado devidamente que se tratava de uma mistura, então assim não houveram mais concepções errôneas. Não houve alteração no volume, porém houve a presença da água pela reação dos reagentes utilizados. Mortimer e Miranda (1995), verificaram que os estudantes por vezes confundem transformações químicas com mudanças de estado físico. Os alunos também foram questionados sobre que seria o agente redutor da reação e conforme as respostas sinalizadas indicaram que seria o Oxigênio.

Avaliação da aplicação da SD pelos estudantes

A primeira pergunta se referia a opinião pessoal sobre as explicações descritas ao decorrer da aula e se haviam gostado de maneira geral, e em sua grande maioria, os discentes descreveram gostar das explicações como também dos exemplos feitos na lousa interligando a reações de oxirredução a experimentação que seria posteriormente realizada. Pode ser observada abaixo os comentários de alguns alunos sobre os referentes aulas teóricas, encontram-se expostas no Quadro 4:

Quadro 4 - Percepção dos estudantes acerca da aula

Categoria 1: O que você achou das aulas?		
Subcategorias	Nº de Falas	Fala dos alunos
1.1. Os estudantes acharam que as aulas foram boas.	14	<i>“Eu achei a aula muito boa, entendi que a oxidação é o início do processo de degradação do metal e deve ser tratada logo que surge, para não dar origem à corrosão e a ferrugem.” (Aluno 04)</i>
1.2. Os estudantes falaram que as aulas foram úteis	7	<i>“Achei muito útil e bastante interessante, sem contar com a limpeza que funciona como conhecimento para uma limpeza melhor sem desgastar demais o metal. (Aluno 18)</i>
1.3. Os estudantes justificam a aula como compreensiva.	3	<i>“Eu gostei muito! A maneira que foi ensinado para nossa turma foi de uma super compreensiva e de fácil entendimento, além de ter sido uma aula muito divertida e diferente do que a gente estava acostumado.” (Aluno 23)</i>
1.4. Os estudantes afirmam que o conteúdo é difícil, porém, as aulas foram essenciais.	2	<i>“Achei interessante a ideia de como a oxidação e o desgaste ocorrem com tanta facilidade em peças de bijuteria. O assunto é difícil, mas com as aulas eu consegui entender.” (Aluno 25)</i>

Fonte: Dados da pesquisa, (2022).

Este questionamento foi posto para de certa forma, compreender se os mesmos haviam se atentado aos detalhes e se a didática utilizada pôde auxiliá-los positivamente. A imagem tradicional do ensino como transmissão de conhecimentos privilegiava a amplitude e a profundidade do conhecimento do docente relacionando-as diretamente com a qualidade da aprendizagem dos estudantes (Villani; Pacca, 1997).

Houveram casos de alunos que não puderam responder a pesquisa digitalmente, mas que relataram presencialmente o quão interessante foi estudar a história dos metais, os processos oxidativos de cada espécie metálica e como tais fatores estão diretamente emaranhados as bijuterias que os mesmos utilizam. Foi imprescindível interligar ambos os contextos, pois facilitou o entendimento ao decorrer dos processos, bem como, abrir suas mentes para a diversidade de conceitos científicos que possivelmente não fossem conhecidos. A cada parte que ia sendo realizada, eles pareciam maravilhados em poder atentar-se a algo novo, e os mesmos relataram isto de forma entusiasmada.

Um dos objetivos base da atividade experimental e da pesquisa produzida de um modo geral, era justamente proporcionar aos alunos do ensino básico uma atividade experimental em que os materiais e os próprios métodos estivessem mais aproximados do que os mesmos conheciam e pudesse assim ser aplicado em suas respectivas vivências. É enriquecedor de fato quando se tem em mãos um conhecimento científico que pode ser atrelado ao conhecimento proveniente do senso comum. Os alunos precisam estar inseridos em um ambiente onde possam utilizar suas ideias em outras situações, percebendo que o novo conhecimento é importante e útil, e que suas ideias anteriores precisarão algumas vezes ser (re)interpretadas com o auxílio dos novos conhecimentos (Teixeira, 1992).

Ao decorrer da aula, os alunos puderam ter um contato direto com as peças metálicas que estavam expostas, fazendo observações detalhadas e criando suas próprias perspectivas sobre o que seria feito diante de seus olhos. Partindo de uma questão problematizadora de interesse do aluno, essas atividades podem permitir seu engajamento em discussões, no processo de elaboração de hipóteses, na análise dos dados, sempre apoiados pela mediação do professor, o qual conduzirá os alunos à construção dos conceitos (Carvalho *et al.*, 1999). Isso se deu porque embora a experimentação não tenha sido realizada através do manejo dos alunos, era necessário que eles se sentissem aproximados da temática e assim levassem o contexto químico para o que era comumente observado quando se menciona o tópico desgastados metais em suas mais variadas dimensões.

Por fim, os estudantes foram questionados sobre se eles conheciam os materiais utilizados na SD para a realização da experimentação e conforme as respostas atribuídas ao instrumento de coleta de dados foi possível observar que a maioria dos discentes reconhecia os materiais, sendo que foram feitas explicações relevantes sobre as propriedades que cada material e reagente tinham perante o processo experimental e químico que era proposto.

Pesquisas nessas perspectivas tendem a aproximar os estudantes do processo de ensino e aprendizagem da química, principalmente quando abordam uma temática cotidiana. Nessa mesma perspectiva os autores Gomes e Dantas-Filho (2023) realizaram um estudo intitulado “Descarte de pilhas como tema gerador no processo de ensino e aprendizagem Química na Educação de Jovens e Adultos” o qual objetivou estimular o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo Eletroquímica por meio do tema gerador “Descarte de Pilhas no meio ambiente”, mediante a aplicação de uma proposta pedagógica e diante dos resultados obtidos, observou-se que o tema gerador pilhas aproximou os estudantes do seu cotidiano de modo a promover diálogos acerca do descarte de pilhas na natureza, assim como, socializar esses conhecimentos com os demais membros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado com o objetivo de avaliar uma SD para o ensino do conteúdo oxirredução através da abordagem da temática recuperação de bijuterias poderá contribuir na compreensão dos conceitos explorados no ensino de Química. De modo que as atividades foram desenvolvidas mediante um elo entre o que é aprendido em sala de aula e o que é vivenciado pelos estudantes em suas atividades diárias.

Portanto, espera-se que essa pesquisa sinalize a importância de temáticas relacionadas ao cotidiano dos alunos nas aulas de Química e que somem as metodologias docentes, para que ele possam utilizar recursos que vão além dos livros didáticos, e ir sempre em busca de experiências e saberes visando contribuir para a formação de cidadãos conscientes e ativos na sociedade.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L., **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CAJAS, F. La alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Enseñanza de las ciencias**, 10, n. 2, 2001.
- CARVALHO, A. M. P.; SANTOS, E. I.; AZEVEDO, M. C. P. S.; DATE, M. P. S.; FUJII, S.R.S.; NASCIMENTO, V. B. **Termodinâmica: Um ensino por investigação**. 1a ed. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação, 1999. 123 p.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. e PERNAMBUCO, M.M.E. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- DUFFUS, J.H. Heavy metals - **A meaningless term? Pure and Applied Chemistry**. v. 74, n.5, p. 793-807, 2002.
- GENTIL, V. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GIL-PEREZ, D.; CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A.M.P.de; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- GOMES, J.; CEZÁRIO, A.; MEDEIROS, G.; DANTAS FILHO, F. Do saber intergeracional ao saber científico: ensino de química orgânica a partir da temática chá no ensino médio. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 7, n. 1, p. 21-40, 5 jun. 2024.
- GOMES, J.; DANTAS FILHO, F. Descarte de pilhas como tema gerador no processo de ensino e aprendizagem Química na Educação de Jovens e Adultos. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 1, p. 65-79, 4 maio 2023.
- HODSON, D. **A critical look at practical work in school science**. *School Science Review*, 71, p. 33-40, 1990.
- LUTFI, M. **Cotidiano e educação em química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau**. Ijuí: Unijuí, 1988.
- PALÁCIO, S.M.; ESPINOZA-QUIÑONES, F.R.; GALANTES, R.M.; ZENATTI, D.C.; SEOLATTO, A.A.; LORENZ, E.K.; ZACARKIM, C.E.; ROSSI, N.; RIZZUTTO, M.A. e TABACNIKS, M.H. **Correlation between Heavy Metal Ions (Copper, Zinc, Lead) Concentrations and Root Length of Allium cepa L. in Polluted River Water**. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, p. 191-196, 2005.

DOI: 10.36661/2595-4520.2025v8n1.14521

PESSOA, Matheus Orlandi et al. **Avaliação do desempenho anticorrosivo de um revestimento epóxi aplicado no aço galvanizado pré-tratado com silanos contendo inibidor de corrosão natural**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. Bibliografia: f. 102-121, 2023.

PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. **Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio**. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 3, p. 602-625, 2018

TEIXEIRA, O.P.B. **Desenvolvimento do conceito de calor e temperatura**: a mudança conceitual e o ensino construtivista. Tese de doutorado. Faculdade de Educação. USP, São Paulo, 1992.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. Três enfoques na pesquisa em ciências sociais: o positivismo, a fenomenologia e o marxismo. In: _____. **Introdução à pesquisa em ciênciassociais**. São Paulo: Atlas, 1987. p. 31-79.

VILLANI, A.; PACCA, J.L.A. **Construtivismo, Conhecimento Científico e Habilidade Didática no Ensino de Ciências**. Revista da Faculdade de Educação da USP, 23 (1/2) p.196-214, 1997.

VOGEL, M.; MARI, C. F. **Uso de temas químicos sociais como proposta de ensino de Química**. IN: SANTANA, E.; SILVA, E. Tópicos em Ensino de Química. São Carlos, 2014.