

A resolução de problemas associada a temática poluição da água para o ensino de reações redox

Sabrina Gabriela Klein¹(FM), Mara Elisa Fortes Braibante² (PQ).
*sabrindaklein92@gmail.com

¹Escola Municipal de Ensino Fundamental Marcílio Dias, Victor Graeff, RS e Universidade de Passo Fundo, Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Passo Fundo, RS.

²Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Química Santa Maria, RS.

Palavras-Chave: Poluição, reações redox, problemas (máximo de 3 palavras com até 30 caracteres).

RESUMO: O PRESENTE TRABALHO APRESENTA OS RESULTADOS DE UMA INVESTIGAÇÃO, PARTE DE UMA PESQUISA DE MESTRADO, DO EMPREGO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO DESAFIOS DE CUNHO AMBIENTAL PARA O ENSINO DO CONTEÚDO DE REAÇÕES REDOX. O CONTEÚDO DE REAÇÕES REDOX É CONSIDERADO DE DIFÍCIL ENSINO E APRENDIZAGEM NECESSITANDO DO USO DE DIFERENTES METODOLOGIAS PARA SEU ENSINO. A INVESTIGAÇÃO ACONTECEU COM 18 ESTUDANTES DA SEGUNDA SÉRIE DE UMA ESCOLA ESTADUAL. OS PROBLEMAS ENVOLVERAM A TEMÁTICA POLUIÇÃO DA ÁGUA COM FOCO PARA AS REAÇÕES REDOX EMPREGADAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES. VERIFICAMOS QUE OS ALUNOS FORAM PARTICIPATIVOS E EMPENHARAM-SE PARA RESOLVER AS ATIVIDADES. ACREDITAMOS QUE AS ATIVIDADES FORAM IMPORTANTE PARA A FORMAÇÃO DE UM SUJEITO CRÍTICO E CIENTIFICAMENTE ALFABETIZADO, POIS OS ESTUDANTES TIVERAM QUE EXPRESSAR SUAS OPINIÕES E UTILIZAR DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TAMBÉM TECNOLÓGICO TRABALHADO DURANTE AS AULAS PARA RESOLVER OS PROBLEMAS PROPOSTOS.

INTRODUÇÃO

“O modo de vida das pessoas, a superocupação do homem nos espaços físicos, a exploração dos recursos naturais, o consumismo exacerbado tem provocado grandes impactos ao meio ambiente (BRAIBANTE; WOLLMANN, 2013)”. A educação ambiental é responsável pelo desenvolvimento de hábitos e atitudes que possam levar a uma mudança de hábitos dos cidadãos.

Com esse pensamento buscamos associar uma temática ambiental para o desenvolvimento do ensino conceitual de química de reações redox, um conteúdo considerado difícil de ensinar e aprender. De Jong, Acampo e Verdonk (1995) a partir da investigação com professores concluíram que as reações redox são difíceis de ensinar, constatando que os maiores problemas estão nas atividades de ensino utilizadas pelos professores, que não levam em consideração as necessidades dos estudantes em entender novas concepções, utilizando problemas inadequados e terminologias confusas.

Na procura de um ensino diferenciado e de significado para o conteúdo de reações redox levando em consideração as ideias da pesquisa acima descrita, investigamos o uso da metodologia de ensino de resolução de problemas. Para Goi e Santos (2005) embasados nas ideias de Pozo, esta é uma metodologia adequada para excitar a pensar e a criar, baseada em situações abertas e sugestivas que exigem atitude ativa e esforço para buscar a solução.

Dessa forma, esse trabalho apresenta os resultados da associação de um temática ambiental empregada em sala de aula pela resolução de problemas que envolveram o conteúdo de reações redox. A temática escolhida foi poluição da água com um enfoque no tratamento de efluentes. Essa é uma parte de uma pesquisa de mestrado, desenvolvida em uma escola estadual do município de Santa Maria, RS e contou com a participação de 18 sujeitos, alunos da segunda série do ensino médio.

REFERENCIAL TEÓRICO

A escolha da temática “Poluição” para o ensino científico de reações redox surge em virtude da importância em se desenvolver uma educação ambiental. De acordo com Bordin (2013), a educação ambiental deve começar pela compreensão dos problemas socioambientais através das dimensões geográficas, históricas, biológicas e sociais, para somente depois, avançar nas ações educacionais. Desta forma, o professor deve realizar um trabalho de conscientização com os estudantes, possibilitando a transformação, para que o indivíduo possa ser mais responsável e preocupado com o meio ambiente. A água é um importante tema a ser discutido no ensino sob esta perspectiva.

Não há vida sem água. Com ela, saciamos a sede, nos alimentamos, fizemos nossa higiene, além de utilizá-la para produzir nossas vestimentas, construções e geração de energia elétrica, entre inúmeras outras necessidades. Como bem econômico, precioso, é um recurso natural escasso, sua utilização deve ser criteriosamente avaliada e inserida em um quadro geral de seus usos múltiplos, enquanto que a qualidade deve ser rigorosamente preservada (DERISIO, 2000).

As águas destinadas ao abastecimento público talvez sejam o mais nobre de todos os usos e estão sujeitas a uma série de danos devido a poluição, tais como: contaminação ou poluição bacteriana; variações rápidas e imprevisíveis na qualidade das águas receptoras com consequência para as operações de tratamento; poluição química com inclusão de substâncias não removíveis (DERISIO, 2000).

Parte das águas depois de utilizadas em processos produtivos retorna suja aos cursos d'água, o que compromete sua qualidade. Dependendo do grau de poluição, esta água pode ser imprópria e pode também provocar mau odor, devido liberação de compostos voláteis, trazendo problemas em uma nova operação de purificação e tratamento dessa água (GUIMARÃES; NOUR, 2001). Devido à escassez de recursos hídricos disponíveis, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas para tratamento de efluentes.

Existem dois tipos de efluentes, os domésticos e os industriais. Os efluentes domésticos e industriais são a mais importante fonte de matéria orgânica para águas de superfícies. Existem muitos processos disponíveis para o tratamento de efluentes. Em uma estação de tratamento de esgoto (ETE) as etapas de floculação, sedimentação e tratamento biológico são controladas e otimizadas.

Os processos biológicos, de acordo com Jardim e Canela (2004), utiliza de micro-organismo “estruturas fascinantes sob o ponto de vista bioquímico, e capazes de realizar uma série de reações químicas ainda não imitadas pelo homem moderno e suas tecnologias consideradas evoluídas”. Esse tipo de processo é dividido em dois grupos, anaeróbicos e aeróbicos. Nos aeróbicos são empregados micro-organismos para biooxidar a matéria orgânica utilizando o oxigênio molecular, O_2 , como receptor de elétrons (Figura 1a). Nos anaeróbicos são utilizados micro-organismos que degradam a matéria orgânica na ausência de oxigênio molecular (Figura 1b) (GUIMARÃES; NOUR, 2001).

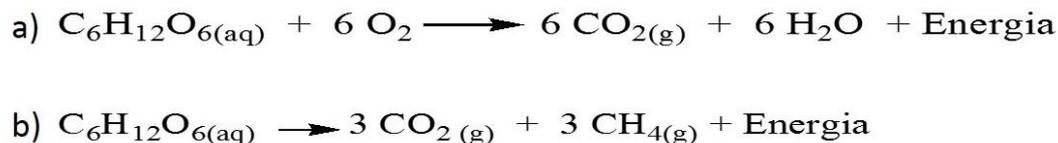


Figura 1: a) Exemplo de reação envolvida no processo aeróbico de tratamento de efluentes b) Exemplo de reação envolvida no processo anaeróbico de tratamento de efluentes

Já os processos físico-químicos mais empregados são: coagulação, floculação, decantação, flotação, separação por membranas, adsorção e oxidação química (GUIMARÃES; NOUR, 2001). A oxidação Química sob a ótica do tratamento de efluentes é uma forma de transformar moléculas ambientalmente indesejáveis em outras moléculas menos tóxicas (JARDIM; CANELA, 2004).

A oxidação química é o processo pelo qual os elétrons são removidos de uma substância ou elemento, aumentando seu estado de oxidação. Para isso outra substância ou elemento deve receber estes elétrons. Assim, um oxidante é uma espécie que recebe elétrons de um agente redutor. Os agentes oxidantes mais utilizados em tratamento de águas residuais são cloro (Cl_2), hipoclorito (OCl^-), dióxido de cloro (ClO_2), ozônio (O_3), permanganato (MnO_4^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e ferrato (FeO_4^{2-}) (GUIMARÃES; NOUR, 2001). Na maioria dos casos a oxidação de compostos orgânicos, embora termodinamicamente favorável, é cineticamente lenta. Assim a oxidação completa é geralmente inviável sob o ponto de vista econômico. Uma das grandes vantagens desse processo é a ausência de subprodutos sólidos, pois os produtos finais da oxidação da matéria orgânica são apenas dióxido de carbono e água (Figura 2).

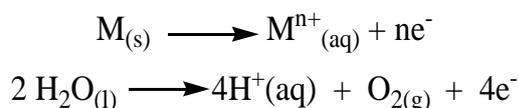


Figura 2: Oxidação completa da matéria orgânica (MO)

Um exemplo mais específico de um método físico-químico é a eletrofloculação. Este método é utilizado para tratamento de resíduos de corantes, principalmente de águas residuais de indústrias têxteis. Isso porque, os tingimentos e as operações de acabamento dessas indústrias produzem grande quantidade de resíduos orgânicos e inorgânicos além da coloração. Estes resíduos, que também possuem surfactantes e agentes quelantes, podem provocar a eutrofização e perturbar a vida aquática (NETO, et al, 2011).

O processo de eletrofloculação (NETO, et al, 2011) é um processo eletrolítico que desestabiliza os poluentes emulsificados ou em suspensão. Primeiramente, através da oxidação de um ânodo metálico de sacrifício, geralmente ferro e alumínio, gera-se o coagulante. E assim que os cátions são gerados no ânodo estes reagem com a água. Paralelamente, ocorre a eletrólise da água e a formação de bolhas de oxigênio no ânodo e de hidrogênio no cátodo que serão os responsáveis por carregar o material floculado para a superfície (Figura 3). Em uma segunda etapa, os hidróxidos formados aglutinam-se em partículas coloidais formando flóculos que entram em contato com as impurezas. Após, a remoção dos poluentes pode ocorrer por complexação ou atração eletrostática e posterior coagulação.

Ânodo:



Cátodo:

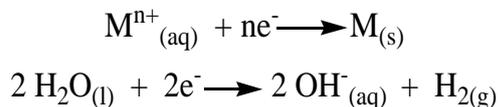


Figura 3: Reação envolvida no processo de eletrofloculação

O uso de temáticas no ensino de Química é uma estratégia que vem sendo utilizada e consolidada por diversas pesquisas, entre elas as realizadas pelo Laboratório de Ensino de Química (LAEQUI) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (BRAIBANTE; PAZZINATO, 2014). Sua utilização é também recomendada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), onde “quanto as questões sociais relevantes, reafirma-se a necessidade de sua problematização e análise, incorporando-as como temas transversais. (BRASIL, 1997).”

De acordo com as ideias de Braibante e Pazzinato (2014) e Silva e Marcondes (2014), as temáticas visam além de favorecer o processo de ensino e aprendizagem contribuir para a formação cidadã em virtude da possibilidade de ensinar os conceitos científicos associados a vivência dos estudantes.

A temática “Poluição” foi empregada utilizando-se da metodologia de ensino de resolução de problemas (RP). De acordo com Romanatto (2012), significa envolver-se em uma tarefa onde a solução não é conhecida de imediato. Assim, para encontrar a solução deve-se recorrer aos conhecimentos, neste caso, conhecimentos químicos. O mesmo autor afirma que os problemas propiciam aos estudantes formular, tentar e solucionar problemas desafiadores que requerem uma quantidade significativa de esforço, levando-os a refletir sobre seus conhecimentos. Dessa forma, solucionar problemas não significa apenas resolvê-los, mas refletir sobre eles para que estimulem o modo de pensar, a curiosidade e o conhecimento.

METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho em sala de aula foi baseada nos Três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), caracterizada em três etapas: Problematização inicial (PI); Organização do conhecimento (OC) e Aplicação do conhecimento (AC). A resolução de problemas foi aplicada na segunda e terceira etapa.

A *problematização inicial* se deu pela atividade “Quanto de água você consome em um dia?”. O consumo de água de cada estudante foi calculado através de um site (SUPER INTERESSANTE). Ainda como problematização, algumas questões e imagens foram lançadas para discussão. Questões como: Qual a importância da água para você? Quando de água você acha que usamos? Quais atividades diárias necessitam de água? O que nós podemos fazer? Por fim realizou-se discussão de diferentes notícias envolvendo a poluição da água.

Para início da construção do conhecimento referente aos tratamentos de efluentes, os estudantes em grupos receberam um problema denominado de desafio 1 (Quadro 1). Parte da turma recebeu o desafio 1A, e outra parte o desafio 1B. Para responder ao problema proposto pela atividade, os mesmos receberam diversos artigos científicos sobre o assunto, para que pudessem consultar. Após resolvido o problema, os estudantes socializaram com os colegas as soluções encontradas pelos grupos.

Quadro 1: Desafio inicial para a construção do conhecimento sobre tratamento de efluentes

| Desafio 1 |
|--|
| <p>Desafio 1A- Estou querendo abrir uma indústria têxtil, mas fui recomendada a criar um plano de controle ambiental, somente após isso poderei por minha indústria em funcionamento. Entendo apenas de administração, e por isso peço a ajuda de você. Ouvi falar de uma maneira de tratar efluentes com a utilização de micro-organismos capazes de oxidar e reduzir a matéria orgânica. Para saber esse processo é viável em meu investimento, preciso conhecer melhor como funciona essa forma de tratamento. Você pode me ajudar? – Como funciona o tratamento biológico? Quais as vantagens? Quais as desvantagens? Grata pela ajuda, Att, Simone de Medeiros</p> |
| <p>Desafio 1B- Estou querendo abrir uma indústria têxtil, mas fui recomendada a criar um plano de controle ambiental, somente após isso poderei por minha indústria em funcionamento. Entendo apenas de administração, e por isso peço a ajuda de você. Ouvi falar de uma maneira de tratar efluentes com a utilização de oxidação química. Para saber esse processo é viável em meu investimento, preciso conhecer melhor como funciona essa forma de tratamento. Você pode me ajudar? – Como funciona o tratamento Físico-Químico? Quais as vantagens? Quais as desvantagens? Grata pela ajuda, Att, Simone de Medeiros</p> |

A *organização do conhecimento* iniciou com uma explanação a respeito da importância da água bem como as causas e consequências da poluição. Em seguida, os conteúdos referentes ao tratamento de efluentes foram explorados com apresentações em slides e vídeos, enfocando nas reações de oxirredução envolvidas no processo biológico e físico-químico do tratamento de efluentes. Vale ressaltar que essa parte foi a segunda etapa da pesquisa de mestrado, o conteúdo de reações redox já havia sido desenvolvido previamente.

Para *aplicação do conhecimento*, os estudantes receberam um segundo problema (desafio 2) a ser solucionado com uma atividade experimental (Quadro 2).

Quadro 2: Desafio para atividade experimental

| Desafio 2 |
|--|
| <p>A cidade de Poluinópolis, está passando por um problema sério de contaminação. A água do rio que abastece a cidade está sendo contaminado por uma indústria têxtil. Você recebeu uma amostra desse local. Sua tarefa é ajudar a cidade. Como? Descontaminando a água!</p> <p>Para isso, você deverá utilizar os conhecimento adquiridos em aula, o kit experimental que recebeu, e ainda um guia para resolução, onde você tem questões a responder.</p> <p style="text-align: center;">Guia para resolução do desafio DESCONTAMINAÇÃO DA ÁGUA POR ELETROFLOCAÇÃO</p> <p>Você recebeu um kit com os materiais necessário para a realização da descontaminação da água pelo processo chamado de eletrofloculação. Sua tarefa é realizar essa descontaminação!</p> <p>1) Escreva suas observação sobre o experimento, e explique o que aconteceu: 2) Sua tarefa é escrever as reações envolvidas no processo de eletrofloculação realizado, sabendo que: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe} - 0,44 \text{ volts}$ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 0,82 \text{ volts}$ ÂNODO: CÁTODO: REAÇÃO GLOBAL:</p> <p>Você também pode calcular a ddp desse sistema: $\text{ddp} = E^\circ \text{ cátodo} - E^\circ \text{ ânodo} =$</p> <p>3) Vocês devem representar a reação de oxirredução através de modelagem. Para isso vocês receberam bolas de isopor, palitos e massa de modelar. Utilizando esse materiais representa a reação e demonstre a transferência de elétrons. Após faça uma representação através de um desenho:</p> |

A atividade experimental “Descontaminando a água por eletrofloculação” consistiu em uma amostra de água contaminada com corante, simulando a contaminação da água que abastece a cidade de “Poluinópolis”. Os estudantes receberam a amostra de água contaminada, bem como os materiais e reagentes, junto com o desafio, para solucionarem o problema, realizando um tratamento físico-químico chamado de Eletrofloculação. Mais detalhes sobre essa a atividade experimental pode ser encontrados em Neto e Andrade, 2010. Exploramos os três níveis de representação com essa atividade, sendo na questão um o nível macroscópico, na dois o simbólico e na três o submicroscópico.

Encerrando as atividades, os estudantes receberam outro problema (Quadro 3), que retomava a questão trabalhada no desafio 1, porém agora, com mais conhecimento sobre o assunto, os estudantes deveriam aplicar os conhecimentos adquiridos em aula para sua resolução.

Quadro 3: Desafios da aplicação do conhecimento

| Desafio 3 |
|--|
| <p>Lembra da Solange? Aquela moça administradora que lhes pediu ajudar para descobrir como funcionava os tratamentos de efluentes, visto que ela necessitava de um plano ambiental para poder abrir suas indústria. Pois bem, vocês pesquisaram e lhe deram uma resposta, explicando os dois tipos de processos, biológico e físico-químico. Agora, retomamos ao problema de Solange:</p> <p><i>Estou querendo abrir uma indústria têxtil, mas fui recomendada a criar um plano de controle ambiental, somente após isso poderei por minha indústria em funcionamento. Entendo apenas de administração, e por isso peço a ajuda de você.</i></p> <p>Agora que você já estudou os processos de tratamentos de efluentes, e sabendo que a sua indústria de Solange é uma indústria têxtil, qual dos tipos de processo, biológico ou físico-químico, você indicaria para Solange? Explique detalhadamente porquê de sua escolha, deixando claro por que o processo que você indica seria a melhor escolha, e porque o outro processo não seria adequado.</p> |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como forma de análise dos resultados obtidos com a resolução dos problemas propostos, empregamos a metodologia de análise textual discursiva visto que essa metodologia é constituída essencialmente de produções escritas (MORAES, 2003). Esta metodologia, de acordo com o mesmo autor, inicia-se pelo processo de *desmontagem de textos* ou *unitarização*, que implica em examinar em detalhes os materiais, fragmentando-os para atingir unidades de significados. Em seguida, realiza-se o *estabelecimento de relações*, processo denominado de categorização, onde constrói-se relação entre as unidades base através de elementos semelhantes, e por fim *captando o novo emergente*, onde possibilita-se a emergência de uma compreensão renovada do todo.

Duas categorias foram criadas: **construção do conhecimento a respeito da eletrofloculação; construção do conhecimento de tratamento de efluentes.**

A categoria **construção do conhecimento a respeito da eletrofloculação**, foi baseada na resolução de problema 2 (Desafio 2). Nesta atividade exploramos os três níveis de representação da matéria, onde o macroscópico ocorreu com a realização da atividade experimental de descontaminação da água por eletrofloculação, o nível simbólico foi realizado com a demonstração da reação química envolvida no experimento, e por fim, o nível, submicroscópico, onde os estudantes demonstraram como ocorreu a reação utilizando de modelos construídos com bola de isopor, palitos, e massa de modelar, depois deveriam ser representado no papel.

Para a análise dessa atividade, obtivemos as respostas escritas fornecidas pelos estudantes e também gravação de vídeo da explicação apresentada pelos grupos. A seguir descrevemos, como exemplo, a respostas de um dos grupo (Figura 4).



Figura 4: Resposta fornecida por um grupo

Os integrantes do grupo deveriam explicar a reação. Suas falas foram gravadas e posteriormente transcritas, vejamos como eles explicaram:

E15: O ferro tem 26 elétrons. E tem a molécula de água.

E9: Duas moléculas de água

E15: O ferro tá como uma substância simples, como se diz...

E9: Ele tá neutro

E15: É ele tá neutro. E quando acontece a reação ele perde dois elétrons, e se liga com um oxigênio e hidrogênio de cada molécula de água.

E9: E os dois hidrogênios, que ganharam os elétrons se juntam.

E15: E os dois elétrons que eram do ferro passam a ser do hidrogênio.

Pesquisadora: Exato. Então quem oxidou?

E9 e E15: O ferro

Pesquisadora: Por que?

E15: Porque ele perdeu dois elétrons

Pesquisadora: E quem reduziu?

E9 e E15: O hidrogênio

Pesquisadora: Por que?

E9 e E15: Recebeu dois elétrons

Pesquisadora: Muito bem!

Verificamos pelas respostas que o grupo conseguiu responder corretamente as questões e ainda demonstraram de forma macroscópica com a reação que acontece. De maneira geral, os alunos foram participativos e empenharam-se para resolver a atividade. Pelas respostas escritas e as explicações fornecidas percebemos que os estudantes conseguiram resolver a atividade de forma satisfatória. Todos conseguiram explicar e demonstrar utilizando a modelagem, cada grupo com a sua interpretação. Apenas um grupo teve um pouco mais de dificuldade ao se expressar, mas, mesmo assim, conseguiu realizar a atividade.

Para Mozzer, Queiroz e Justi (2007) a modelagem é uma alternativa que valoriza o conhecimento dos estudantes e a compreensão do significado dos conteúdos. A

utilização da modelagem e da atividade experimental auxiliou na interpretação do fenômeno em estudo, permitindo estes estudantes transitarem entre os três níveis de representação, macroscópico, submicroscópico e simbólico. A Figura 5 mostra os alunos desenvolvendo a atividade do desafio 2.



Figura 5: alunos demonstrando a reação

Destacamos também o trabalho em grupo desenvolvido, além da motivação dos estudantes em realizar a atividade. Assim, acreditamos que essa atividade foi fundamental para a construção do conhecimento sobre o tratamento físico-químico de efluentes, a eletrofloculação, que envolve uma reação redox, visualizada na prática. Como mencionado por Jófili (2002), o construtivismo implica que o conhecimento é construído pelo aluno via interação com os objetos. Além disso, houve também a questão ambiental, tecnológica, econômica e social envolvida na atividade, visto que tratava-se da descontaminação de um rio poluído por uma indústria têxtil.

Quanto a outra categoria, **construção do conhecimento de tratamento de efluentes**, embasada no desafio 3, destacamos as respostas obtidas com a resolução do problema.

Quadro 4: Respostas fornecidas ao problema (desafio 3)

| Grupo | Respostas |
|-------|---|
| G1 | Nós indicariamos o processo físico-químico usando o recurso da eletrofloculação, pois é uma forma de transformar moléculas indesejáveis em moléculas menos tóxicas. Esse processo transforma as impurezas em moléculas maiores levando-as a superfície para depois serem filtradas. O processo biológico não é indicado já que pode apresentar substâncias tóxicas em maior quantidade. |
| G2 | Nos indicariamos o processo físico-químico porque em uma indústria têxtil utilizam-se corantes que é prejudicial ao meio ambiente. O processo físico-químico que é composto pela: coagulação, floculação, decantação, flotação, separação por membranas, adsorção e oxidação química. A oxidação química sob a ótica do tratamento de efluentes é uma forma de transformar moléculas ambientalmente indesejáveis em outras moléculas menos tóxicas. A oxidação química é um processo pelo qual os elétrons são removidos de uma substância ou elemento, aumentando seu estado de oxidação. O processo biológico não foi escolhido pois ele não é suficiente para eliminar os corantes, pois ele só é dividido em dois grupos que não são capazes de constitui uma indústria têxtil. |
| G3 | Nós indicariamos o processo físico-químicos pelo fato dele ser mais ágil em transformar moléculas indesejáveis em outras menos tóxicas. Não |

| | |
|----|--|
| | indicamos o processo biológico por ele é capazes de realizar uma série de reações químicas ainda não imitadas pelo homem moderno. |
| G4 | Biológico: Aeróbico- Degradam a matéria orgânica na ausência de oxigênio molecular. |
| G5 | Nós escolhemos o processo biológico por que apresentam micro-organismo, que são capazes de realizar uma série de reações químicas. E é dividida em dois grupos, aeróbico e anaeróbico. Não escolhemos o processo físico-químico porque a oxidação pode ser completa ou parcial, porque nem sempre se pode garantir que o subproduto será menos tóxico. |
| G6 | Físico-químico por que ele separa o corante da água, transformando o corante em flocos. O biológico não é adequado porque não solucionaria o problema porque utiliza micro-organismos que não separam o corante da água. |

Por meio das respostas, verificamos que os grupos G4 e G5 indicaram o processo biológico, que não é o adequado para essa situação. O G4 não explica porque de sua escolha. O G5 justifica sua resposta optando por um processo que julgaram ideal por não formar subprodutos.

Os demais grupos indicaram o processo físico-químico, os grupos G6 e G2, forneceram boas justificativas tanto pela escolha do processo físico-químico quanto porque não deve ser o processo biológico. Já os grupos G1 e G3, justificaram bem a escolha do processo físico-químico, mas não conseguiram expressar-se adequadamente quando responderam porque não deveria ser o processo biológico.

Dessa forma, a resolução da atividade foi satisfatória por colocar os estudantes frente a um desafio para resolver um problema que poderia ser real, onde tiveram que expressar suas opiniões na escolha de um processo adequado utilizando de conhecimento científico e também tecnológico. Acreditamos que essa atividade foi muito importante na formação de um cidadão crítico e cientificamente alfabetizado.

CONCLUSÃO

A utilização da resolução de problemas como uma ferramenta para o ensino e aprendizagem demonstrou-se importante para a construção do conhecimento e ainda fez os estudantes se posicionarem criticamente, percebendo a importância do conhecimento científico para sua argumentação. Romanatto (2012) afirma que os problemas propiciam aos estudantes formular, tentar e solucionar problemas desafiadores que requerem uma quantidade significativa de esforço, levando-os a refletir sobre seus conhecimentos.

Os problemas utilizados foram de cunho ambiental e fazem parte de um trabalho importante dos professores o de conscientização com os estudantes buscando uma transformação desses indivíduos em sujeitos mais responsáveis e preocupados com o meio ambiente, ideia que vem de encontro com Bordin (2013).

A resolução de problemas envolvendo uma temática ambiental favoreceu o aprendizado do conteúdo de reações redox. O entendimento de reações redox, em virtude de suas inúmeras aplicações cotidianas, pode ajudar na promoção de habilidades como a capacidade de pensar, refletir, compreender e agir sobre as determinações da vida social e produtiva, tornando-se um facilitador da leitura do mundo (CHASSOT, 1990). Acreditamos que isso só foi possível pela forma com que o

conteúdo foi desenvolvido, pois essas habilidades são reforçadas pelo uso das metodologias de resolução de problemas e inserção de temáticas no ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORDIN, L. G.; Jornalismo como ferramenta da educação ambiental: pesquisa e mediação com ética, crítica e coerência na antártica. In: PALMA, G. B.; ROSA, M. B. da. (Org.) **Meio Ambiente: A Importância da interdisciplinaridade na formação de um novo profissional**. Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland : Novas Edições Acadêmicas, 2013.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; O ensino de Química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área. **Ciência e Natura**. V. 36, ed. Especial II, p. 819-826, 2014.

BRAIBANTE, M. E. F.; WOLLMANN, E. M.; A inserção da educação ambiental no ensino médio: conscientização e formação. In: PALMA, G. B.; ROSA, M. B. da. (Org.) **Meio Ambiente: A Importância da interdisciplinaridade na formação de um novo profissional**. Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland: Novas Edições Acadêmicas, 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CHASSOT, A. **A Educação no Ensino de Química**. Ijuí: Ed. Ijuí, 1990.

DE JONG, O.; ACAMPO, J.; VERDONK, A.; Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. **Journal of Research in Science Teaching**. V. 33, N. 10, p. 1097-1110. 1995.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M.; **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009, p. 200-202.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. 2ed. São Paulo: Signus, 2000.

GOI, M. E. J. SANTOS, F. M. T. dos. A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas. **IV Congresso Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**. São Paulo, 2005.

GUIMARÃES, J. R.; NOUR, E. A. A.; Tratando nossos esgotos: Processos que imitam a natureza. **Química Nova na Escola**. Ed. Especial. Maio 2001.

JARDIM, W. F.; CANELA, M. C.; **Fundamentos da oxidação Química no tratamento de efluentes e remediação de solos**. Caderno temático UNICAMP . v. 1. Jun. 2004.

JÓFILI, Z.; Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. **Educação: Teorias e Práticas**. n. 2, p. 191-208, 2002.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compressão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**. v. 9, n.2, p. 191-211. 2003

MOZZER, N. B.; QUEIROZ, A. dos S. JUSTI, R. da S.; Proposta de ensino para introdução ao tema interações intermoleculares via modelagem. **VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.

NETO, S. A.; ANDRADE, A. R. **Descontaminando a água por eletrofloculação. A Química perto de você**. Sociedade Brasileira de Química. São Paulo, 2010

NETO, S. de A.; et al; Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em química. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p. 1468-1471, 2011.

ROMANATTO, M. C. Resolução de problemas nas aulas de matemática. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 6, n. 1, p. 299-311, 2012.

SILVA, E. L. da; MARCONDES, M. E. R.; Contextualização no Ensino de Ciências: significados e epistemologia. In: **Tópicos em Ensino de Química**. Org: SANTANA, E. M de; SILVA, E. L. da; São Carlos: Pedro & João Editores, 2014.

SUPER INTERESSANTE. Quanto você consome? Disponível em:
<<http://super.abril.com.br/crise-agua/quizinicio.shtml>>. Acesso em: 19 Nov. 2015.