

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Elisandra Trento

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA COM ENFOQUE CTS PARA  
ABORDAR O TEMA DA EXTRAÇÃO MINERAL

Passo Fundo

2019

Elisandra Trento

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA COM ENFOQUE CTS PARA  
ABORDAR O TEMA DA EXTRAÇÃO MINERAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da professora Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2019

CIP – Catalogação na Publicação

---

T795u Trento, Elisandra

Unidade de ensino potencialmente significativa com enfoque CTS para abordar o tema da extração mineral / Elisandra Trento. – 2019.  
83 f.: il., color.; 30 cm.

Orientadora: Dra. Aline Locatelli.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2019.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. 3. Minas e recursos minerais. I. Locatelli, Aline, orientadora. II. Título.

CDU: 372.854

---

Catalogação: Bibliotecário Luís Diego Dias de S. da Silva – CRB 10/2241

Elisandra Trento

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA COM ENFOQUE CTS PARA  
ABORDAR O TEMA DA EXTRAÇÃO MINERAL

A banca examinadora abaixo APROVA, em 27 de março de 2019, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial da exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Aline Locatelli – Orientadora  
Universidade de Passo Fundo

Dr. Paulo Isaias Rossato Muraro  
Instituto Federal Farroupilha

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa  
Universidade de Passo Fundo

## AGRADECIMENTOS

À orientadora, Dra. Aline Locatelli, pelas orientações, pelas sugestões em todo o processo de realização deste estudo, paciência, auxílio, atenção, disponibilidade no decorrer do Mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), pelos ensinamentos, apoio, incentivo durante esse período de formação. Ao secretário do Programa, Leonir, sempre muito prestativo e atencioso nas informações, aos demais funcionários da Secretaria que sempre auxiliaram prontamente quando solicitados.

Aos meus colegas de Mestrado, em especial, Rejane, Simone, Sheila, pelos momentos de conhecimentos compartilhados, momentos de angústia, alegrias e, principalmente, pela amizade. Às minhas amigas Denise e Emmily, pelas palavras de alegria, apoio, incentivo e amizade trocada nesse período. Aos familiares, amigos e colegas que contribuíram com apoio e incentivo no decorrer de todo o curso.

Aos meus pais, pela paciência, compreensão, acolhimento nesse período. À Escola Anchieta, direção e ao professor Lucas Vanz, por terem aberto espaço para a aplicação do produto, bem como pela confiança. Aos estudantes, por terem enfrentado este desafio.

Por fim, gratidão a Deus, por permitir a concretização deste sonho, concedendo-me determinação, coragem, persistência e paciência para concluí-lo.

## RESUMO

O presente estudo parte da necessidade de implementar e avaliar propostas didáticas que despertem o interesse e facilitem a aprendizagem de conceitos químicos nos estudantes do ensino médio. O objetivo da proposta foi analisar a pertinência de trabalhar os conteúdos de soluções e oxirredução organizados na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa -UEPS com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) a partir da temática da extração mineral no Brasil. O principal aporte teórico utilizado foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, complementada com as contribuições de Marco Antonio Moreira por meio das UEPS. A problemática que levou ao desenvolvimento do estudo parte do entendimento de que o Ensino de Química encontra-se, geralmente, descontextualizado e preso às formas tradicionais de ensino, oferecendo poucas alternativas para a apropriação significativa dos conceitos químicos. O trabalho foi norteador pelos questionamentos: em que medida a UEPS se mostra uma metodologia que permite a abordagem de temáticas com enfoque CTS? Como os estudantes reagem perante intervenções didáticas envolvidas por situações-problema? É possível integrar os conteúdos de soluções e oxirredução por meio de uma UEPS? A pesquisa realizada caracteriza-se como qualitativa, participante, estruturando sua coleta de dados em dois instrumentos: diário de bordo do pesquisador e nos materiais confeccionados pelos estudantes. Tal estudo foi realizado em uma escola pública da rede estadual de ensino no município de Marau, RS, com doze estudantes do segundo ano do ensino médio politécnico no turno da tarde. Os resultados do estudo, revelados pelos instrumentos de coleta, por meio da aplicação de diversas estratégias didáticas como: situações-problema, atividades experimentais, a empresa extrativista indicam a potencialidade da proposta, principalmente por despertar a participação, curiosidade e interesse dos estudantes. Esta dissertação é acompanhada de um produto educacional, destinado a professores do ensino médio, que se trata de uma apostila estruturada na forma de uma UEPS, intitulada “Estudo de Soluções e Oxirredução por meio da Extração Mineral”. Esse produto encontra-se disponível no endereço: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/432291>>.

**Palavras-chave:** Extração mineral. Oxirredução. Soluções. Ensino de Química.

## ABSTRACT

The present study is based on the need to implement and evaluate didactic proposals that arouse interest and facilitate the learning of chemical concepts in high school students. The objective of the proposal was to analyze the pertinence of working the contents of solutions and oxidation organized in the form of a Potentially Significant Teaching Unit (PSTUs) with a Science-Technology-Society (STS) approach based on the mineral extraction in Brazil. The main theoretical contribution used in the present study was the Theory of Significant Learning of David Ausubel, complemented by the contributions of Marco Antonio Moreira through the PSTUs. The problem that led to the development of the study is based on the understanding that Chemistry teaching is generally decontextualized and confined to traditional forms of teaching, offering few alternatives for the meaningful appropriation of chemical concepts. The work was guided by the questions: to what extent does the PSTUs show a methodology that allows the approach of the themes with a STS approach? How do students react to didactic interventions involving problem situations? Is it possible to integrate the contents of solutions and oxidation through a PSTUs? The research carried out is characterized by a qualitative, participant nature, structuring its data collection in two instruments: the researcher's logbook and the materials made by the students. This study was carried out in a public school of the state education network in the municipality of Marau, RS with twelve students of the second year of polytechnic high school in the afternoon shift. The results of the study, revealed by the collection instruments, through the application of several didactic strategies such as: problem situations, experimental activities, the extractive company indicate the potentiality of the proposal, mainly for awakening students' participation, curiosity and interest. The present dissertation is accompanied by an educational product, intended for high school teachers, which is a structured booklet in the form of a PSTUs, entitled "Study of Solutions and Oxidation through Mineral Extraction". This product is available at <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/432291>>.

**Keywords:** Mineral extraction. Oxidation. Solutions. Chemical Education.

## LISTAS DE QUADROS E FIGURAS

Figura 1 - Esquema da educação CTS .....	23
Quadro 1 - Comparativo entre as UEPS .....	27
Quadro 2 - Descrição resumida dos encontros .....	34
Quadro 3 - Grupos formados e seu respectivo metal .....	40
Quadro 4 - Relação da tríade: categoria-questionamento inicial-instrumento .....	44
Figura 2 - Empresa MHJ elaborada pelo grupo 1 .....	52

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CPM	Conselho de Pais e Mestres
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ENID	Encontro de Iniciação Científica
HQs	Histórias em Quadrinhos
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
RN	Rio Grande do Norte
RP	Resolução de Problema
SOE	Serviço de Orientação Educacional
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
URI	Universidade Regional Integrada

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Teoria da Aprendizagem Significativa .....</b>	<b>14</b>
2.1.1	<i>As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) .....</i>	<i>20</i>
<b>2.2</b>	<b>O enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) no ensino de Química .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Os trabalhos relacionados .....</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>INTERVENÇÃO DIDÁTICA E O PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>Lócus da aplicação da UEPS e público alvo.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b>Elaboração do produto educacional .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>Descrição dos encontros .....</b>	<b>33</b>
3.3.1	<i>Primeiro encontro: Leitura e análise do texto 1 (situação-problema inicial).....</i>	<i>34</i>
3.3.2	<i>Segundo encontro: Trabalhando o conteúdo de soluções (aprofundamento dos conhecimentos).....</i>	<i>35</i>
3.3.3	<i>Terceiro encontro: Convertendo unidades e resolvendo atividades (aprofundamento do conhecimento).....</i>	<i>36</i>
3.3.4	<i>Quarto encontro: Leitura e análise do texto 2 (nova situação-problema).....</i>	<i>38</i>
3.3.5	<i>Quinto encontro: Atividade experimental investigativa (aprofundamento do conhecimento) .....</i>	<i>38</i>
3.3.6	<i>Sexto encontro: Resolvendo situações-problema (diferenciação progressiva).....</i>	<i>39</i>
3.3.7	<i>Sétimo encontro: Apresentação da empresa extrativista criada (avaliação emancipatória da UEPS).....</i>	<i>40</i>
<b>4</b>	<b>PESQUISA.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa.....</b>	<b>42</b>
<b>4.2</b>	<b>Os instrumentos para coleta de dados .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3</b>	<b>Análise dos resultados e discussão .....</b>	<b>44</b>
4.3.1	<i>Situações-problema .....</i>	<i>44</i>
4.3.2	<i>Enfoque CTS.....</i>	<i>49</i>
4.3.3	<i>A empresa extrativista .....</i>	<i>54</i>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE A – Autorização da escola.....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>63</b>

<b>APÊNDICE C – Texto 1 .....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE D – Atividade experimental demonstrativa .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE E – Slides de apoio Soluções .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE F – Atividades de sistematização .....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE G – Texto 2 .....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE H – Atividade Experimental .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE I – Slides de apoio.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE J – Atividades de Sistematização .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE K – Situações-problema .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE L – Empresas Extrativistas desenvolvidas pelos estudantes.....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Após trabalhar aproximadamente sete anos na indústria, mesmo tendo curso de Licenciatura em Química, o que me abriu as portas para inserção no mercado de trabalho nesse setor, senti<sup>1</sup> a necessidade de voltar a estudar, buscar uma formação continuada para me atualizar, renovar os conhecimentos em ensino de Química, conhecer novas alternativas metodológicas, pois observei, durante a academia, que os estudantes têm aversão por essa disciplina e que os conteúdos químicos, por vezes, são trabalhados distantes da realidade dos estudantes que, por sua vez, questionam frequentemente onde esse conteúdo será utilizado em seu dia a dia.

Além disso, outros alunos não conseguem enxergar a Química em seu trabalho ou futura profissão. Santos e Schnetzler (2010) destacaram que a escolha da carreira futura está entre os motivos do desinteresse dos estudantes por aprender Química. Isso porque o jovem não é capaz de perceber a importância dessa disciplina na sua vida cotidiana ou na profissão futura que irão exercer. Dessa forma, algumas questões me intrigavam no sentido de que maneira poderia trabalhar os conteúdos químicos, aproximando-os da realidade dos estudantes, tornando-os mais significativos, mais efetivos e que pudessem fazer a diferença em suas vidas diferenciando-se do método de memorização de conteúdos.

Tendo em vista que algum tempo já se passou desde a graduação até a atualidade, as constantes transformações e mudanças na sociedade, a tecnologia cada vez mais presente e acessível no dia a dia do cidadão, dentre elas, celulares, internet, *whatsApp*, *instagram*, *facebook*, etc. e, por vezes, trazem informações nem sempre verdadeiras – “*fake news*”. Cabe ao professor e à escola a tarefa de formar e instrumentalizar cientificamente esses sujeitos para serem capazes de utilizar esse emaranhado de informações e tomar a melhor decisão em sua vida e comunidade.

Nesse sentido, com o intuito de minimizar essas inquietações como educadora, almejando contribuir para com a melhoria dessas condições e tornar as aulas de Química mais atrativas, prazerosas, próximas às situações vivenciais dos estudantes, de forma que eles participem, fiquem motivados, tornem-se ativos no processo de ensino, acreditando na formação continuada, buscou-se o Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo. O objetivo principal dessa escolha estava em conhecer novas metodologias e tecnologias que facilitassem a inserção do

---

<sup>1</sup> A fim de tornar o tom da escrita mais pessoal, opto, em algumas partes do texto, pelo emprego da primeira pessoa do singular.

conhecimento químico no dia a dia dos educandos visando a promover uma aprendizagem significativa.

Nesse cenário, no que compete à Educação Química, um dos problemas enfrentados pelos professores está relacionado à forma como a matéria é apresentada no contexto escolar, pois está muito arraigada à memorização de nomes, dados, fórmulas, pouco associada aos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e, provavelmente, uma minoria dos educadores consegue efetivar suas práticas em metodologias que buscam aproximar os conhecimentos ao dia a dia dos educandos. Diante disso, o educador exerce importante papel na inserção de metodologias diferenciadas para melhoria dessas condições. Nesse sentido, Maldaner (2013) sugere trabalhar as situações vivenciais mais em evidência como uma possibilidade. Para o autor, por meio de questionamentos da vivência cotidiana, é possível utilizar esse conhecimento e dar novos significados em novas maneiras de atuar sobre ele, modificando-o.

Seguindo essa linha, na perspectiva construtivista de Piaget, o sujeito interagindo com o mundo constrói representações de assimilação diante de novas situações. Logo, é por meio do contato com o dia a dia que os estudantes adquirem seus primeiros conhecimentos químicos, o que vem ao encontro da teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel (MOREIRA, 1999). Esta perspectiva teórica destaca ser a estrutura cognitiva prévia um dos fatores que mais influenciam na aprendizagem de novos conceitos, ou seja, aprende-se a partir daquilo que já se sabe. E é esse conhecimento prévio, denominado subsunçor, que servirá como “âncora” para dar sentido a novas informações.

Além desses fatores, percebe-se uma carência de informações técnico-científicas no dia a dia dos cidadãos, o que, de certa forma, remete à escola oportunizar formação científica voltada à cidadania, para que tenham condições de ler, interpretar e construir opiniões de maneira crítica. Essas condições ocorrem, principalmente, por meio da inserção de conteúdos trabalhados na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Por conseguinte, Santos e Schnetzler (2010) destacam que, para o cidadão exercer sua cidadania e participar na comunidade, deve dispor de informações relacionadas aos problemas sociais que atingem o cidadão, os quais exigem um posicionamento crítico para tomada de decisão em suas soluções. Os mesmos autores reforçam ainda a importância desse ensino, uma vez que, envolvendo-se o aluno nesse contexto, é possível proporcionar um diálogo da Ciência com a prática da cidadania e envolver a aplicação do conhecimento químico na resolução de problemas sociais e do meio onde vive. Além disso, Auler (2007) também

destaca que um dos objetivos é despertar o interesse e possibilitar a compreensão dos aspectos benéficos e maléficos decorrentes do emprego da ciência e da tecnologia.

Levando em conta o embasamento teórico-metodológico das disciplinas estudadas no decorrer do curso de Mestrado, surgiu o questionamento sobre a possibilidade da utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) como metodologia de ensino. A UEPS constitui uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, em especial a Aprendizagem Significativa. Além de Ausubel, Moreira (2011) baseia-se também em Novak, Gowin, Vergnaud, Jonhson-Laird e Vygotsky. A estruturação da UEPS ocorreu por meio de oito passos, a saber: tópico específico, situação inicial, situações-problema, aprofundamento do conhecimento, nova situação-problema (em nível mais alto de complexidade), aula expositiva dialogada integradora final, avaliação da aprendizagem na UEPS, avaliação da própria UEPS (MOREIRA, 2011).

A partir do que foi mencionado, a presente pesquisa é guiada pelos seguintes questionamentos: em que medida a UEPS se mostra uma metodologia que permite a abordagem de temáticas com enfoque CTS? Como os estudantes reagem perante intervenções didáticas envolvidas por situações-problema? É possível integrar os conteúdos de soluções e oxirredução por meio de uma UEPS?

No intuito em atender a esses questionamentos, o objetivo geral consiste em elaborar uma UEPS para o estudo dos conteúdos de soluções e oxirredução para o segundo ano do ensino médio, utilizando a temática da “extração mineral” como enfoque CTS, de modo a analisar a viabilidade da proposta enquanto estratégia didática.

De forma mais específica pretende-se: discorrer sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa; analisar a utilização das UEPS com enfoque CTS no ensino de Química; elaborar um produto educacional que será baseado em uma UEPS com enfoque CTS a partir da temática da “extração mineral”; aplicar tal produto educacional para alunos do 2º ano de ensino médio de uma escola pública; avaliar a viabilidade desse produto educacional.

Justifica-se, inicialmente, a utilização da temática da “extração mineral” para o estudo dos conteúdos de soluções e oxirredução por se tratar de um tema com vasta abrangência. Ademais, os conteúdos estão previstos na programação escolar para o período indicado na aplicação da UEPS. O enfoque CTS é abordado partindo do contexto do desastre ambiental de Mariana, ocorrido em 2015, e da questão polêmica da exploração mineral na Amazônia, visando a facilitar melhor entendimento em relação ao conhecimento científico e tecnológico, as vantagens e desvantagens para a sociedade e as implicações ambientais ocasionadas.

A escolha da UEPS ocorreu em razão da busca por novas abordagens ao ensino de Química, principalmente para diferenciar-se da forma tradicional de memorização de conceitos e modelos que acabam por não fazer sentido ao estudante, são úteis apenas no momento da prova ou em testes de vestibulares. Santos e Schnetzler (2010) defendem que a elaboração de uma intervenção didática, por meio de um material potencialmente significativo, facilita eficazmente o entendimento e a assimilação dos conteúdos químicos, pois ela pode proporcionar a conexão do conhecimento já existente na estrutura cognitiva do estudante, com o conhecimento recentemente explanado pelo educador.

Para investigar a aplicação da UEPS é desenvolvido um estudo baseado em uma pesquisa qualitativa. Para a coleta de dados, utilizam-se os instrumentos como: diário de bordo e um material confeccionado pelos estudantes no final da intervenção didática. O diário de bordo, segundo Zabalza (2004), consiste nas anotações realizadas pela pesquisadora durante a aplicação de sua sequência didática. O material confeccionado pelos estudantes compreende a criação de uma empresa extrativista através de alguns metais elencados pela professora.

Para fins de organização, esta dissertação está estruturada da seguinte forma: esta introdução apresenta a justificativa, os objetivos, a problemática da pesquisa e uma breve descrição da metodologia e do produto educacional do estudo desenvolvido como material de apoio na forma de apostila para professores do ensino médio, intitulado “Estudo de Soluções e Oxirredução por meio da Extração Mineral”. A intervenção didática foi realizada na Escola Estadual de Ensino Médio Anchieta, localizada no município de Marau, RS. Na sequência, o segundo capítulo contempla os aportes teóricos acerca da aprendizagem significativa, as unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS), o enfoque CTS no ensino de Química e os trabalhos relacionados à UEPS com enfoque CTS. O terceiro capítulo apresenta a intervenção didática e o produto educacional, lócus da aplicação da UEPS e o público-alvo, a elaboração do produto educacional e os encontros. Prosseguindo, o quarto capítulo relata a pesquisa, sua caracterização, os instrumentos para coleta de dados e análise dos resultados e discussão. O quinto capítulo é dedicado às considerações finais e, por fim, apresentam-se as referências e os apêndices.

A teoria da Aprendizagem Significativa foi norteadora de todo o estudo, uma vez que ela também orientou as bases do ensino por meio das UEPS, a qual serviu como âncora para a sequência didática (produto educacional) elencada neste estudo. O referido produto educacional acompanha esta dissertação e encontra-se ao final do trabalho.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo apresenta a Teoria da Aprendizagem Significativa, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), o enfoque CTS no ensino de Química e os trabalhos relacionados à UEPS com enfoque CTS. Procurou-se estabelecer um diálogo entre a teoria e a sequência didática elaborada e estudada.

### **2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa**

De acordo com Moreira (2011), aprendizagem significativa é quando ideias expressas metaforicamente atuam de forma substantiva e não arbitrária com o saber que o estudante já possui. Substantiva significa não literal, não ao pé-da-letra; não arbitrária significa que a interação não é qualquer ideia prévia, mas sim algum conhecimento especificamente importante já existente na mente do indivíduo. Sob o ponto de vista ausubeliano, aprendizagem significativa é o mecanismo pelo qual um novo conhecimento interage com um aspecto importante da estrutura intelectual do indivíduo.

Em contrapartida, aprendizagem mecânica é aquela em que o novo conhecimento é armazenado na memória do estudante de maneira literal e arbitrária, sem significado, não requer compreensão, resulta em aplicação mecânica a situações conhecidas (MOREIRA, 2012). Nesse caso, não existe interação entre o novo conhecimento e algum aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva preexistente, ou seja, estudante não dá significados ao que aprende, apenas armazena mecanicamente a informação que recebe (MOREIRA, 2009).

Na visão de Ausubel, a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento (MOREIRA, 1999). A teoria da aprendizagem significativa, de Ausubel, busca descrever como se dá o processo de aquisição do conhecimento sob o ponto de vista cognitivista. Em outras palavras, procura explicar como ocorre o processo de aprendizagem do indivíduo, através de seu entendimento, captação, assimilação da informação na mente do indivíduo (MOREIRA, 2012).

Novas ideias, conceitos e proposições podem ser aprendidos significativamente (e retidos) à medida que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros (MOREIRA, 1999). Nesse sentido,

Moreira (2011) ressalta que a aprendizagem será significativa quando novos conhecimentos adquirem outro sentido para o sujeito através da interação, sendo compreendidos, proporcionando seu discernimento, concepção e continuidade.

De acordo com o ponto de vista da defendido pela aprendizagem significativa ausubeliana, a estrutura cognitiva prévia é o principal motivo, a variável mais importante que afeta a aprendizagem e a contenção de novos conhecimentos. O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem significativa é aquilo que o aprendiz já sabe. Em outras palavras, então, necessariamente é preciso averiguar o que o sujeito já sabe e o ensinar de acordo (MOREIRA, 2009).

Na perspectiva de Moreira (2011), a estrutura cognitiva é considerada uma estrutura de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados; trata-se de uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2011, p. 6).

Esses dois referidos processos, embora concomitantes e necessários à construção cognitiva, parecem ocorrer em diferentes intensidades. Ao longo do curso de uma disciplina, por exemplo, os conteúdos gerais e específicos devem ser trabalhados em uma perspectiva de diferenciação e integração de descer e subir, várias vezes, nas hierarquias conceituais (MOREIRA, 2011).

Nesse sentido, Moreira (2009) destaca a existência de subsunçores no processo de aprendizagem, os quais devem ser analisados no processo de preparo das aulas. O autor define subsunçor como um conceito, uma ideia, uma proposição preexistente na estrutura cognitiva de quem aprende e que pode servir de âncora a uma nova informação, de modo que esta adquira significado ao indivíduo (MOREIRA, 2009). Esclarece ainda o pesquisador que tais subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, ideias, invariantes operatórios, representações sociais ou até mesmo uma imagem (MOREIRA, 2011).

Seguindo essa linha, surgem algumas indagações e uma delas é: de onde vêm os primeiros subsunçores? A resposta é que a aquisição de significados para signos ou símbolos

de conceitos ocorre de maneira gradual e idiossincrática em cada sujeito. Em crianças pequenas, os conceitos são adquiridos, especialmente, por meio do processo de formação de conceitos. Como exemplo, a criança adquire o conceito de “animais” por encontros frequentes com cachorros, gatos, cavalos e outros animais até que possa entender com clareza as características de cada animal (MOREIRA, 2009).

Moreira (2012) afirma que, por meio de sucessivas interações, um dado subsunçor adquire novos significados, ou seja, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado e capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas. Entretanto, Moreira (2012, p. 3) destaca:

Pode ocorrer também que um subsunçor muito rico, muito elaborado, isto é, com muitos significados claros e estáveis, se oblitere ao longo do tempo, “encolha” de certa forma, no sentido de que seus significados não são mais tão claros, discerníveis uns dos outros. Na medida em que um subsunçor não é frequentemente utilizado ocorre essa inevitável obliteração, essa perda de discriminação entre significados. É um processo normal do funcionamento cognitivo, é um esquecimento, mas em se tratando de aprendizagem significativa a reaprendizagem é possível e relativamente rápida.

Uma vez que a aprendizagem tenha sido significativa, fica mais fácil para o sujeito retomar ou resgatar os conhecimentos adquiridos anteriormente. Ou seja, a aprendizagem significativa pode ser esquecida, mas ela é mais fácil de ser lembrada quando necessário, uma vez que se trata de um conhecimento dinâmico, que pode progredir ou até mesmo regredir (MOREIRA, 2012).

De acordo com Ausubel, para o estudante é mais fácil organizar seus subsunçores, hierarquicamente, se na matéria a ser estudada os tópicos estão organizados em termos de dependências hierárquicas naturais, ou seja, de modo que os tópicos dependam naturalmente dos anteriores (MOREIRA, 2011).

Para tal, duas condições são essenciais para ocorrer a aprendizagem significativa: a primeira é que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e a segunda que o aprendiz (estudante) deverá apresentar pré-disposição para aprender. A primeira das condições requer que o material de aprendizagem tenha significado coerente e que o aluno tenha em sua mente subsunçores complacentes com os quais tal material possa ser relacionado (MOREIRA, 2012). Assim, na segunda condição, a dificuldade é maior para ser atendida comparada à primeira, uma vez que o aprendiz necessita querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não arbitrária e não literal, a seus conhecimentos prévios e também estar disposto a aprender (MOREIRA, 2012).

Entretanto, Moreira (2011) chama atenção para outra problemática: a do aluno poder querer dar significados aos novos conhecimentos e não possuir conhecimentos prévios (ou subsunçores) adequados, ou ainda, o material didático não ter significado lógico. Portanto, destaca-se, dessa forma, mais uma vez, a importância de o material ser potencialmente significativo.

A aprendizagem significativa é progressiva, considerando que a construção de um subsunçor dá-se por um processo de assimilação, internalização, distinção e reconciliação de significados, que não é instantâneo, ou seja, trata-se de um processo que pode ser demorado (MOREIRA, 2012).

Caso o aluno não tenha subsunçores adequados para atribuir significados aos novos conhecimentos, os organizadores prévios podem ser usados para suprir tal deficiência. Segundo Moreira (2011, p. 11), organizador prévio consiste em

[...] um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas.

Segundo destaca o autor organizadores prévios “são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem e deverão ser mais abrangentes, gerais e inclusivos” (MOREIRA, 2012). Dito de outra forma, o organizador prévio estabelece uma ligação entre aquilo que o estudante já sabe e aquilo que ele precisa saber para aprender novos conceitos.

Neste sentido, os organizadores prévios podem funcionar como “ideias âncora” fundamentais na “aprendizagem de novo material e estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aquele contido no material de aprendizagem” (MOREIRA, 2012).

Moreira (2011) recomenda utilizar organizadores prévios ao introduzir um novo conteúdo, como recurso, para mostrar que novos conhecimentos estão relacionados a conhecimentos prévios, em razão de que o estudante, muitas vezes, não percebe essa relação e acredita que o novo material de aprendizagem não tem muito a ver com seus conhecimentos prévios.

Além disso, recomenda em caso de material totalmente desconhecido, utilizar um organizador “expositivo” elaborado a partir daquilo que o estudante já conhece em outras

áreas de conhecimento, com o intuito de suprir a falta de conceitos, e servir como “ponto de ancoragem”. Por outro lado, se o conteúdo a ser estudado for familiar, orienta o uso de um organizador “comparativo” para integrar e discriminar as novas informações e conceitos, ideias ou suposições já existentes na cognição do estudante (MOREIRA, 2012).

Para o autor é ilusão acreditar que uma boa explicação, uma aula bem explanada e um aluno aplicado são condições suficientes para a aprendizagem significativa. O significado é a parte mais estável do sentido, e este depende do domínio progressivo, de situações-problema, situações de aprendizagem progressivamente mais difíceis (MOREIRA, 2011).

Para verificar indícios de aprendizagem significativa, Moreira (2011) recomenda alguns mecanismos como os mapas conceituais e o diagrama V. Moreira (2006) destaca o mapeamento conceitual como um fator capaz de facilitar a percepção da aprendizagem significativa, com base nos estudos de Joseph Novak e fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa. O autor ressalta a potencialidade dos mapas conceituais como estratégia na facilitação da aprendizagem significativa em situações de ensino e, também, como uma técnica para análise dos conteúdos estudados (MOREIRA, 2012).

Os mapas conceituais são definidos como diagramas de significados, indicando relação entre conceitos ou entre palavras que são usadas para representar conceitos. Trata-se, na verdade, de relações significativas entre hierarquias conceituais (MOREIRA, 2011). Ainda de acordo com Moreira (2011), notadamente com base nos estudos de Moreira e Buchweitz (1993), destaca poder utilizar os mapas conceituais em variadas situações e finalidades como: “instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação”.

Para o autor, os mapas conceituais podem ser utilizados pelo professor como um recurso didático, como os produzidos pelos estudantes em uma avaliação e possuem elementos idiossincráticos. Nesse sentido, destaca-se que não existe mapa conceitual correto apresentado pelo estudante, e sim evidências de que está entendendo significativamente o conteúdo (MOREIRA, 2011).

Outro instrumento de potencial facilitador do ensino significativo e que pode ser utilizado para analisar a produção do conhecimento é o diagrama V. Trata-se de uma metodologia desenvolvida inicialmente por D. B. Gowin para analisar o modo de produção do conhecimento, ou parte desse processo, a forma como estão relacionados os conhecimentos descritos em artigos, livros, ensaios, etc. (MOREIRA, 2011, p. 145).

Além dos instrumentos já citados, o uso de histórias em quadrinhos foi elencado por Locatelli, Santos e Zoch (2016) como um bom instrumento para análise de uma UEPS com

enfoque CTSA. Amaral (2016) também relatou o uso de histórias em quadrinhos (HQs) dentre os instrumentos de análise em sua tese de mestrado e relatou ter contribuído para a avaliação de seu trabalho.

### **Análise dos Livros Didáticos**

Após o estudo da teoria da aprendizagem significativa, realizou-se uma pesquisa em alguns livros didáticos com o intuito de verificar se os conteúdos são abordados de maneira significativa. Dentre os livros analisados, destacam-se: o Ser Protagonista elaborado por Antunes (2013), o Ser Protagonista dos autores: Novais e Antunes (2016) e Vivá produzido por Lisboa (2018). A escolha por estes livros ocorreu devido a estes serem frequentemente utilizados na rede estadual de ensino. Finalizada a análise, observou-se que muitos dos livros didáticos não facilitam a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, uma vez que iniciam o conteúdo partindo do mais simples e finalizam com maior grau de dificuldade, tratando-se de uma organização lógica divergindo das orientações da teoria da aprendizagem significativa.

Seguindo esta linha, Moreira (2011) defende o uso de organizadores prévios para introduzir o conteúdo a ser estudado, uma vez que o professor inicie o conteúdo partindo de uma visão geral, em nível mais elevado de abstração, buscando fazer uma ponte entre aquilo que o estudante já sabe e o que ele necessita saber para compreender significativamente o conteúdo em questão o que não foi observado nos livros analisados.

Levando em conta a teoria da aprendizagem significativa ao analisar, por exemplo, o livro didático de Novais e Antunes (2016), na introdução do conteúdo: soluções, contextualiza a concentração em  $\text{mg L}^{-1}$  de alguns sucos tais como: laranja, mexerica e maracujá e a concentração respectivamente de cada suco. O tema é interessante, pois faz parte do dia a dia dos estudantes. Porém, no aprofundamento do conteúdo, o tema foi esquecido e foram trabalhados outros exemplos. Como sugestão para melhor explorar o tema poderiam ser aprofundadas questões como: aplicações do suco dessas frutas, importância de ingerir vitamina C, a ingestão diária recomendada, quantidade de açúcar recomendada no suco, entre outros.

O livro didático de Antunes (2013, p. 24) introduz o conteúdo de soluções citando um exemplo de suco: “a ideia de concentração fica mais clara quando pensamos num suco de fruta adoçado com açúcar”. De forma semelhante ao livro didático anterior, o suco é citado de maneira introdutória apenas e não ocorre contextualização com o conteúdo e também não

foram relatados exemplos da quantidade de  $\text{mg L}^{-1}$  ou  $\text{g L}^{-1}$  de açúcar no suco. Ao trabalhar a concentração em  $\text{mg}$ , traz exemplos de medicamentos, ou seja, percebe-se pouca conexão com o tema introdutório e os conteúdos na sequência.

O livro didático de Lisboa (2016) inicia o conteúdo de soluções e traz o exemplo do soro caseiro. Na sequência, define soluções líquidas e contextualiza também soluções sólidas e gasosas. Percebe-se a ausência de um organizador prévio para introdução do conteúdo a ser estudado. Alguns exemplos de soluções líquidas são trabalhados, como: água oxigenada, álcool etílico e álcool iodado, a concentração apresentou-se em  $\text{g L}^{-1}$ ,  $\text{mg L}^{-1}$  e  $\text{mol L}^{-1}$ . Ao final da página, há um texto sobre Mariana; porém, não é mencionado durante a explicação do conteúdo, nele estão destacados alguns metais, como manganês, alumínio e arsênio, e ao final da seção solicita uma pesquisa pelos estudantes sobre a concentração dos metais permitidos pelo órgão ambiental local.

Neste sentido, o livro didático serviria como uma ferramenta de apoio ao professor para auxiliar no preparo da aula. O educador por sua vez, poderia embasar-se nos aportes teóricos da teoria da aprendizagem significativa para auxiliar na abordagem dos conteúdos químicos.

Diante do exposto, acredita-se que o enfoque na aprendizagem significativa pode contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem ficando a cargo do professor a seleção de materiais e a estruturação de suas aulas de forma que os conteúdos sejam contextualizados de maneira significativa.

Conforme Moreira (2011), uma das condições necessárias à ocorrência da aprendizagem diz respeito ao material elaborado, o qual deve ser potencialmente significativo. Dessa forma, a presente seção discutiu a teoria da aprendizagem significativa, seus benefícios para aprendizagem, a aprendizagem significativa, formas de avaliação da aprendizagem significativa e a análise do livro didático.

### *2.1.1 As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)*

As UEPS são uma forma de organização de uma sequência de ensino voltada à aprendizagem significativa dos conteúdos, ou seja, são baseadas na aprendizagem significativa de Ausubel.

Para Moreira (2006), o objetivo da construção de uma UEPS é desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa. Moreira (2011, p. 2-5) apresenta os oito passos a serem seguidos para o desenvolvimento de uma UEPS:

- tópico específico: inicialmente deve ser definido o tópico específico a ser trabalhado;
- situação inicial: identifica os conhecimentos prévios dos estudantes de forma que o estudante os externalize. Podem ser utilizados para tal: mapa mental, mapa conceitual, discussão, questionário, situação-problema, leitura de um texto, um filme, uma pergunta, etc.;
- situações-problema: em caráter introdutório, propor situações-problema, partindo-se do conhecimento prévio dos estudantes de forma a facilitar a introdução do conteúdo que será trabalhado e contribuir no organizador prévio. Podem ser utilizados diversos recursos para situação inicial que levem o estudante a externalizar o conhecimento sobre o assunto, dentre eles: simulações computacionais, demonstrações, vídeos, situações cotidianas, da matéria em estudo, veiculados pela mídia, de fácil entendimento;
- aprofundamento do conhecimento: após a situação inicial, apresentar o conteúdo a ser ensinado, levando em consideração a diferenciação progressiva, iniciando a partir dos aspectos mais gerais, inclusivos, contribuindo para uma visão mais geral do tema a ser estudado, os aspectos mais relevantes da unidade e após exemplificar com aspectos mais específicos;
- nova situação-problema, em nível mais alto de complexidade: através de uma nova situação, retomar os conteúdos (por meio de um texto, exposição oral, recurso computacional), em nível mais alto de complexidade, deve-se abordar em nível progressivo de complexidade, ressaltando semelhanças e diferenças de forma a promover a reconciliação integradora;
- aula expositiva dialogada integradora final (diferenciação progressiva): fazer o fechamento dos conteúdos trabalhados de forma integradora. Pode ser realizada através de uma breve exposição oral, leitura de um texto, áudio, situação-problema, etc.;
- avaliação da aprendizagem na UEPS: na execução da UEPS, devem ser realizadas anotações que possam indicar evidências de aprendizagem significativa do conteúdo em estudo e, por fim, uma avaliação somativa individual na etapa final, levando em conta as tarefas realizadas, os registros do professor, as situações em aula que demonstrem captação de significados e também algum indício de transferência;

- avaliação da própria UEPS: para que a UEPS tenha alcançado sucesso, deve ser analisado o desempenho dos estudantes através de evidências da aprendizagem significativa.

Observa-se que, nos passos 2 e 4 da UEPS, são utilizadas situações-problema. Para Moreira (2006), situação-problema são as situações que dão significado aos novos conceitos. No entanto, para que isso ocorra, o estudante deve compreendê-las como problemas e ser capaz de moldá-las na mente. O autor ainda destaca que, no ensino, as situações devem ser sugeridas em níveis crescentes de complexidade, mas com certo domínio antes de avançar para outro nível.

No ensino atual, percebe-se que os professores têm dificuldades em utilizar situações-problema, pois alguns não conseguem diferenciar situação-problema de exercícios. Batinga e Teixeira (2009) identificaram que, no ponto de vista dos professores, resolver problema tem o mesmo sentido que resolver exercício e, nesse caso, diante dessa confusão, compreenderam que nas aulas de Química estão sendo realizados exercícios e não resolução de problema.

Nesse sentido, a resolução de problemas consiste em analisar situações, pensar métodos para resolvê-las, buscar conhecimento, testar alternativas. Quando o estudante interage com a resolução de problemas, mobiliza conceitos, utiliza lógica, reflete e potencializa a autonomia (BATINGA; TEIXEIRA, 2009).

Por outro lado, Batinga e Teixeira (2009), com base em Lopes (1994), compreendem exercício no meio escolar como uma situação na qual o estudante possui respostas que requerem uso de mecanismos mecanizados, que levam à resposta pronta, primando pela memorização de dados, equações, conceitos. Nesse sentido, os autores ressaltam a importância da clareza na diferenciação pelos professores de exercício e resolução de problema, pois esse último requer maior esforço do estudante para além da repetição de exercícios.

Soares et al. (2016) enfatiza que a resolução de problemas facilita a aprendizagem, desenvolve nos estudantes o domínio de métodos, uma vez que tem grande potencial para motivar, pois engloba situações novas, atitudes diferenciadas, conhecimentos, instiga a curiosidade, a criatividade, capaz de dar resposta a novas situações.

## **2.2 O enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) no ensino de Química**

A abordagem CTS surgiu após a Segunda Guerra Mundial em meio às críticas e protestos ao modelo desenvolvimentista, relacionados aos especialistas em ciências e

tecnologias, principalmente aos responsáveis pelas tomadas de decisões, com forte impacto ambiental e também de reflexão sobre qual é o papel da ciência na sociedade (SANTOS; AULER, 2011).

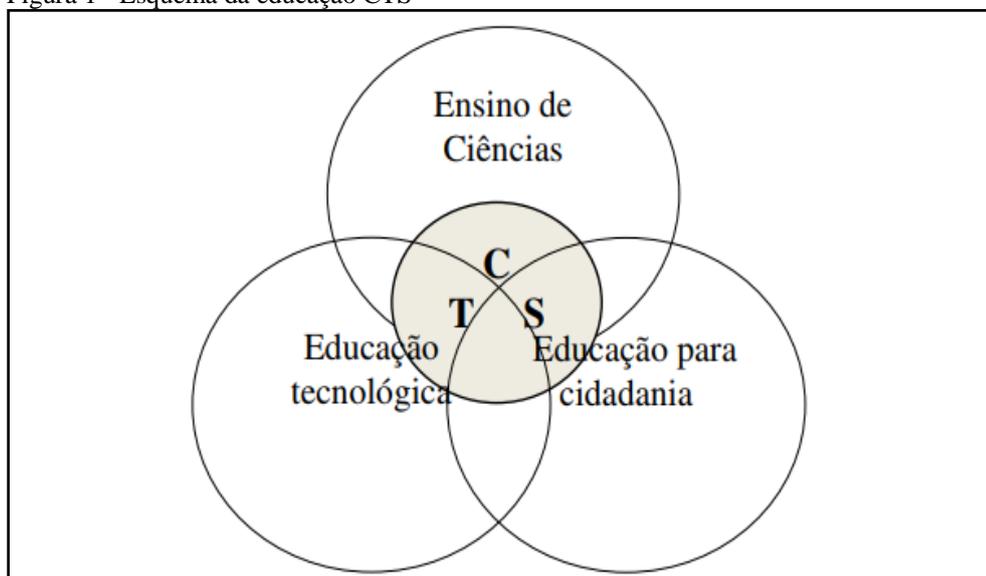
A industrialização, os acidentes nucleares, a poluição ambiental nos países que vivenciaram a Segunda Guerra Mundial, entre outros, serviram para alertar o mundo do perigo do uso indiscriminado da ciência e tecnologia sem conhecimento adequado (BAZZO, 2015).

A partir da década de sessenta, currículos de Ciências com ênfase CTS vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro, com objetivo de preparar os estudantes para o exercício da cidadania. Além disso, caracterizam-se por contextualizar os conteúdos científicos no seu contexto social (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

De acordo com Costa, Melo e Marcelino (2016), com base nos estudos de Aikenhead (2005), o enfoque CTS na educação traz a possibilidade de os estudantes questionarem, argumentarem, tomarem decisões a respeito do desenvolvimento científico, tecnológico, suas implicações sociais.

O ensino de Ciências com foco CTS caracteriza-se por três pilares: ciência, tecnologia e sociedade. A base curricular para os conteúdos CTS está ancorada na relação entre a educação científica, tecnológica e social, em que conteúdos científicos e tecnológicos são tratados levando-se em conta aspectos históricos, éticos, políticos (SANTOS, 2012). A seguir, a Figura 1 ilustra um esquema elaborado por Santos (2012) em relação à educação com enfoque CTS.

Figura 1 - Esquema da educação CTS



Fonte: Santos (2012, p. 51).

Segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), a introdução de conteúdos para a matéria de ciências com enfoque CTS pode ser caracterizada por três modalidades:

- Enxerto CTS: segundo os estudos de Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) baseados em Palacios et al. (1996), esse método tem por objetivo introduzir temas CTS nas disciplinas de ciências, gerando discussões e questionamentos do que seria ciência e tecnologia.
- Ciência e tecnologia por meio de CTS: conforme Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), com base em Palacios (1996), essa metodologia busca estruturar o conteúdo científico por intermédio do CTS, sendo que pode ocorrer em uma única disciplina ou através de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares.
- CTS puro: de acordo com Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), levando em conta os estudos de Palacios (1996), essa estratégia tem por intuito ensinar ciência, tecnologia e sociedade por meio do CTS, ao qual o conteúdo científico está subordinado.

Santos (2012) também destaca a educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que tem por intuito a educação ambiental. Alguns autores optaram por essa denominação ainda que o movimento CTS contemple os objetivos socioambientais e a sustentabilidade. Dentre os autores elencados por Santos (2012), destacam-se: Pedretti, Vilches, Gil Pérez e Praia.

Na presente pesquisa, optou-se pela utilização do termo CTS, pois abrange os objetivos da educação ambiental. Além disso, utilizou-se o enfoque CTS-enxerto, o qual se caracteriza em inserir em disciplinas de Ciências temas CTS, abrindo discussões que levem os alunos a serem sensibilizados das implicações científicas, tecnológicas (COSTA; MELO; MARCELINO, 2016) e ambientais. Reis (2004) define o ensino com abordagem CTS como uma estratégia motivadora que possibilita o aluno não somente discutir assuntos contemporâneos, mas, sobretudo, aprender a se posicionar diante de situações-problema, opinando e respeitando os diferentes posicionamentos.

Assim, Santos e Auler (2011) destacam que a educação científica se faz necessária para a evolução da humanidade, pois os avanços, os descobrimentos tecnológicos são necessários e transformam o meio social e ambiental e, por conseguinte, a rotina da vida das pessoas. Os mesmos autores ressaltam que o cidadão, para exercer sua participação na comunidade, necessita dispor de informações relacionadas aos problemas sociais que o desafiam, os quais requerem um posicionamento que norteie suas soluções.

Levam-se em conta as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais –PCNs- (BRASIL, 2002), que alertam para a necessidade da interpretação das informações do mundo atual. Além disso, também as competências e habilidades necessárias à compreensão dessas interpretações em processos investigativos de situações problemáticas, com o intuito de resolver ou minimizar tais problemas (BRASIL, 2002). Esses documentos oficiais ainda apresentam que:

Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2002, p. 31).

Nos PCNs, as recomendações orientam que podem ser explorados, dentre alguns temas, por exemplo, metalurgia, solos e sua fertilização, combustíveis e combustão, obtenção, conservação e uso dos alimentos, chuva ácida, tratamento de água (BRASIL, 2002).

Essa abordagem de temas no ensino de Química tem sido proposta por Santos e Schnetzler (2010), com o intuito de formar cidadãos. Nesse sentido, os mesmos autores, com base em Hofstein (1988), corroboram que o ensino de Ciências com enfoque CTS está relacionado à formação científica do cidadão. O contexto do termo CTS significa o ensino do conteúdo de Ciências no contexto de meio tecnológico e social.

De acordo com Maldaner e Ritter (2014, p. 205), destaca-se que, “assim como outros movimentos de reestruturação curricular no ensino de ciências, o movimento CTS tem seguido diferentes perspectivas que decorrem de seu movimento de recontextualização de acordo com as demandas da educação científica desenvolvida e ressignificada em cada contexto”.

Seguindo essa linha, Bazzo (2015) destaca que o ensino de ciências, além de proporcionar a alfabetização científica do sujeito, tem a capacidade de desenvolver várias habilidades, dentre elas, o pensamento crítico, pois, quando são propostas situações que remetem à resolução de problemas pelas quais necessita utilizar seu raciocínio lógico, apresenta-lhe uma oportunidade.

O ensino das ciências, para todos os níveis escolares, deve preocupar-se com outras dimensões do conhecimento, além dos conteúdos de disciplinas específicos. Nesse sentido, o entendimento dos ambientes nos quais os problemas estão inseridos, as razões que os afetam e a busca de soluções são imprescindíveis, pois o ensino CTS busca essa perspectiva de educação (SANTOS; AULER, 2011).

Assim, Bazzo (2015) atenta para a imagem positiva que se tem da ciência e da tecnologia, principalmente relacionada ao viés econômico, o que leva a maioria das pessoas a acreditar que ela só traz benefícios. Entretanto, os benefícios que ela proporciona podem ter tornado a vida do homem mais feliz, mais fácil e até mesmo mais longa, mas, com isso, também ocorreram algumas situações e consequências catastróficas. Em vista disso, é fundamental e necessário preparar os estudantes para que façam julgamento de tais informações e que estes se posicionem criticamente frente a isso.

Santos e Schnetzler (2010), baseados em Aikenhead (1990), em relação aos conteúdos propostos nos cursos de CTS, destacam os seguintes itens para que o ensino CTS contribua no sentido de capacitar os cidadãos quanto à tomada de decisões: interação entre ciência, tecnologia e sociedade, processos tecnológicos, temas sociais relativos à ciência e à tecnologia, aspectos sociais de interesse da comunidade científica e correlação entre os aspectos elencados.

Nesse particular, o ensino CTS distancia-se dos modelos transmissivos, modelos de descoberta ou, ainda, os internalistas de mudança de conceitos para firmar uma perspectiva construtivista de âmbito social que zela pela decisão consciente de habilitar os estudantes a serem mais ativos e participativos na sociedade (SANTOS; AULER, 2011).

### **2.3 Os trabalhos relacionados**

Na elaboração da UEPS, é possível abordar questões ambientais envolvendo a metodologia CTS. Piffero (2017), em seu estudo “Uma unidade de ensino potencialmente significativa para ensinar fontes de energia”, relatou evidências na evolução da aprendizagem dos estudantes quanto ao conteúdo relacionado a fontes de energia e suas implicações para a ciência, tecnologia e sociedade. O estudo foi embasado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, na proposta didática elaborada por Moreira (2011) e enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Nesse sentido, apresentam-se, na sequência, alguns trabalhos com essa proposta: UEPS com enfoque CTS no ensino de Química. A busca deu-se através do Google Acadêmico<sup>2</sup> e foram utilizadas as palavras-chave: “Ensino de Química”, “CTS”, “CTSA”, “UEPS com enfoque CTS/CTSA”.

---

<sup>2</sup> O Google Acadêmico é uma ferramenta de busca que auxilia a pesquisa por artigos revisados por especialistas, teses, livros, resumos, artigos de editoras acadêmicas, organizações profissionais, universidades, entre outros. Disponível em: <<https://bibliotecafea.com/tag/google-academico>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

O Quadro 1 ilustra um resumo comparativo entre os cinco trabalhos encontrados na presente pesquisa.

Quadro 1 - Comparativo entre as UEPS

UEPS	Série	Conteúdo Químico	Situação Inicial	Enfoque CTS	Coleta de dados	Avaliação da aprendizagem	Tipo de trabalho
a	2º	Soluções, aspectos químicos, físicos e as etapas do tratamento da água	Questionário	Água	Atividades experimentais, resolução de problemas, discussão e mapas conceituais	Questionário individual	Dissertação de mestrado
b	VII da turma médio V	Conceitos de Química orgânica	Questionamento	Agrotóxicos	HQs	Análise de discurso das HQs	Artigo publicado em revista
c	1ª	Reações Químicas inorgânicas	Problematização com charges	Reações Químicas no dia a dia	Memórias de aula do professor, anotações dos estudantes e HQs	HQs, anotações estudantes, memórias de aula	Dissertação de mestrado
d	1ª	Reações Químicas inorgânicas	Leitura de um texto	Reações Nucleares	Pesquisa feita pelos estudantes e HQs	HQs	Produto Educacional
e	2º	Lei dos gases, transformação isobárica e isocórica	Leitura de charges	Poluição Atmosférica	Mapa Conceitual	Mapa Conceitual	Encontro de Iniciação Científica

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Na sequência, será efetuada uma apresentação com alguns detalhes de cada um dos trabalhos supracitados.

*a) Elaboração de uma unidade de ensino potencialmente significativa em Química para abordar a temática água*

Esse estudo refere-se a uma dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, de autoria de Iany Silva de Santana, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. O estudo relata a elaboração de uma UEPS, que abordou a temática água. A UEPS foi aplicada em uma escola pública do município de Estremoz, RN, em uma turma de 35 estudantes do segundo ano do ensino médio.

Foram trabalhados os conteúdos de soluções, aspectos físico-químicos e as etapas de tratamento da água. Inicialmente, foi aplicado um questionário para verificar os

conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo de soluções. Após, foi elaborada uma sequência didática levando em conta o conhecimento prévio dos estudantes.

Construiu-se uma sequência de atividades e, para subsidiar a sequência, foram elaboradas quatro cartilhas que abordavam o conteúdo de soluções e o tema água. De acordo com a autora, os resultados mostraram que as concepções alternativas apresentadas pelos alunos referentes aos conceitos relacionados às soluções Químicas são similares a outros estudantes em outros trabalhos. Ainda, a UEPS relacionada ao tema água motiva os estudantes à aprendizagem de conceitos químicos fazendo ligação entre as ideias dos estudantes e os conhecimentos científicos.

Além de aulas expositivas dialogadas, também foram utilizadas estratégias como atividades experimentais, resolução de problemas, discussão e construção em grupos e elaboração de mapas conceituais. Para a avaliação final, foi aplicado um questionário individual, onde os estudantes aprovaram a unidade como favorável ao ensino e à aprendizagem de Química.

*b) Unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de Química Orgânica, abordando a temática dos agrotóxicos*

O presente artigo foi elaborado pelas autoras Aline Locatelli, Karine de Freitas dos Santos e Alana Zoch e publicado na *Revista Amazônica do Ensino de Ciências* em 2016. Conforme as autoras, a Química constitui uma das disciplinas em que os estudantes apresentam grandes dificuldades para aprendizagem. Nesse sentido, para promover um ensino/aprendizagem de Química mais significativo aos estudantes, partindo da sua realidade, fizeram uso da temática dos agrotóxicos, para ensinar os conceitos de Química Orgânica a partir de uma UEPS, associando ao enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Essa associação teve por finalidade oportunizar que os estudantes tivessem a capacidade de analisar a realidade técnica de forma social, política, cultural e econômica, além das questões de saúde, despertando-lhes o espírito crítico para que possam interferir nos acontecimentos diários. Considerando esse objetivo, a avaliação da aprendizagem dos estudantes deu-se através da análise de discurso francesa das histórias em quadrinhos (HQs), confeccionadas pelos estudantes.

A UEPS foi aplicada a 22 estudantes em uma escola do meio rural. Os resultados apresentados demonstraram que as HQs, quando utilizadas para avaliar a aprendizagem dos

conteúdos por parte dos estudantes, dentro de uma UEPS, com enfoque CTSA, tornaram-se um bom instrumento, uma vez que estimularam a relação entre ciência e cidadania no contexto dos estudantes.

*c) Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de Química*

Trata-se de uma dissertação de mestrado profissional, de autoria de Luana Carla do Amaral. A autora desenvolveu um produto educacional na forma de UEPS com enfoque CTS. O conteúdo trabalhado foi Reações Químicas Inorgânicas através de cinco micro-UEPS adaptadas, em que foram abordados os tópicos: evidência das Reações Químicas, leis ponderais, reação de combustão, reação de dissolução e reatividade dos metais.

A aplicação deu-se em uma escola pública do estado do Rio Grande do Sul, em uma turma da primeira série do ensino politécnico, no ano de 2015. A coleta dos dados foi realizada através da participação dos estudantes, memórias de aula do professor, anotações dos estudantes e a confecção de HQs.

A autora relata que foi possível evidenciar indícios de aprendizagem significativa e de apropriação CTS através da análise das HQs produzidas pelos estudantes, uma vez que os estudantes se mantiveram mais interessados e motivados por produzir um material mais próximo às suas realidades.

*d) Proposta didática para ensino dos conteúdos de modelo atômico, tabela periódica e propriedades periódicas por meio da teoria do Big Bang e das reações nucleares*

A presente proposta consiste em um produto educacional elaborado pelas pesquisadoras Elisandra Trento, Taiane Bacega e Aline Locatelli, apresentado no IV Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica, da URI - campus Santo Ângelo, RS, em 2017. O objetivo foi promover um aprendizado mais significativo no Ensino de Química, através de uma Unidade de UEPS com enfoque CTSA. A intervenção baseou-se na teoria do Big Bang almejando trabalhar os conceitos de Química Inorgânica no primeiro ano do ensino médio, como o estudo do átomo e da tabela periódica a partir das reações nucleares.

O diferencial da proposta, segundo as autoras, consiste em trabalhar o conteúdo de radioatividade, abordando-o de forma sistemática e desfragmentada já no primeiro ano do

ensino médio, e não no segundo ou terceiro ano, como na maioria das vezes se observa na Educação Básica.

*e) Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de gases numa perspectiva CTSA*

A proposta foi elaborada por Souza e colaboradores, da Universidade Estadual da Paraíba, e apresentada ao IV Encontro de Iniciação Científica (ENID) da mesma universidade, em 2014. O objetivo foi elaborar uma UEPS para trabalhar o conteúdo de gases com estudantes do 2º do ensino médio de uma escola pública do estado da Paraíba numa perspectiva CTSA.

Os pesquisadores esperavam que as estratégias e recursos utilizados seriam fundamentais para dar significado aos temas e problemas com o intuito de auxiliar os estudantes a compreenderem os conceitos científicos. A UEPS foi organizada em 7 passos: 1º momento: Sondagem das concepções alternativas dos estudantes por meio da leitura de imagens e charges representando os conceitos que serão estudados no decorrer das etapas; 2º momento: exposição do vídeo: Poluição Atmosférica, com questões problematizadoras; 3º momento: o processo de ensino (exposição dos conceitos científicos: Lei dos Gases, Boyle-Mariotte (isotérmica), Transformação isobárica, Charles e Gay-Lussac, Transformação Isobárica, Transformação Isocórica, Lei Geral dos Gases, Lei do Gás Ideal, ) por meio do uso de imagens e novas situações problemas; 4º Momento: Atividades de resolução de problemas (questões na forma do ENEM); 5º Momento: Experimentação numa perspectiva problematizadora (Teste do êmbolo); 6º Momento: Texto de divulgação científica (Brasil tem plano para diminuir emissão de gases poluentes) com questões discursivas; 7º Momento: Avaliação somativa: construção de um mapa conceitual para avaliar o nível de aprendizagem dos conceitos estudados durante a UEPS.

A proposta estava sendo aplicada e os pesquisadores esperavam que ela fosse capaz de promover uma aprendizagem significativa aos estudantes, motivando-os para o estudo do conteúdo de gases.

### 3 INTERVENÇÃO DIDÁTICA E O PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo é dedicado à descrição da elaboração da intervenção didática, ao produto educacional e ao local da aplicação. Para tal, o capítulo está organizado da seguinte forma: o lócus da aplicação da UEPS e o público-alvo, a elaboração do produto educacional e a descrição dos encontros realizados.

#### 3.1 *Lócus* da aplicação da UEPS e público alvo

A intervenção didática foi realizada na Escola Estadual de Ensino Médio Anchieta, localizada no município de Marau, RS, a qual foi fundada no ano de 1979 como escola estadual de I Grau Incompleto e, a partir de 1999, passou a ser Escola Estadual de Ensino Médio Anchieta. A autorização da escola para que fosse desenvolvida a intervenção didática proposta nessa pesquisa pelas pesquisadoras encontra-se no Apêndice A e o Termo de Livre Consentimento, no Apêndice B.

O nome da escola decorre de sua localização junto a Rua Anchieta e ambos representam uma homenagem ao padre José de Anchieta, que alfabetizou os primeiros habitantes do Brasil (BERNARDI, 2009). De acordo com o autor, a estrutura organizacional básica da escola atende aos objetivos a que a escola se propõe. Destacam-se aqui alguns dos principais elementos, que são: conselho escolar, representantes de turmas, CPM, grêmio estudantil, supervisão escolar, SOE, setor administrativo-financeiro, secretaria, cozinha, bar e refeitório.

A estrutura física da escola é composta por um ginásio poliesportivo, uma biblioteca, uma sala de jogos matemáticos, uma sala de leitura, um laboratório de Ciências equipado com boa estrutura e materiais necessários às aulas de Ciências, um laboratório de informática equipado com 35 computadores em funcionamento e 10 em estoque. Além destes, a escola possui 30 *netbooks* na escola para uso no laboratório ou nas salas de aula.

As salas de aula da escola possuem diferentes tamanhos, sendo que podem receber de 25 a 35 estudantes em cada uma. Todas possuem quadros brancos e ar condicionado. Nas salas maiores, existem projetores fixos prontos para serem utilizados. Há disponibilidade de internet *wireless* por toda a escola, sendo funcional e de rápida velocidade.

A turma em que foi aplicado o produto educacional estava composta por 12 estudantes da segunda série do ensino médio do politécnico, oriundos, em sua maioria, do meio urbano da cidade de Marau, sendo que apenas dois estudantes eram provenientes do meio rural.

Observou-se que a faixa etária dos estudantes é de 16 a 17 anos. A intervenção didática foi aplicada no turno da tarde.

### 3.2 Elaboração do produto educacional

O produto educacional consiste em uma sequência didática, na forma de uma UEPS, com enfoque CTS contextualizado a partir da temática da “extração mineral”. Os conteúdos específicos trabalhados nesta sequência didática são soluções, suas unidades de concentração e os processos de oxirredução.

O produto educacional foi desenvolvido na forma de apostila para professores do ensino médio, intitulado “Estudo de Soluções e Oxirredução por meio da Extração Mineral”. Esse material está estruturado na forma de uma UEPS apoiada na Teoria da Aprendizagem Significativa com enfoque CTS a partir da temática da “extração mineral”. Esse produto educacional acompanha a presente dissertação de Mestrado e, após aprovação pela presente banca de avaliação, estará disponível gratuitamente no portal *Educapes*<sup>3</sup>, no link de acesso: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/432291>>.

Para a elaboração da UEPS, foram seguidos os passos sugeridos por Moreira (2011) e o enfoque CTS foi contextualizado a partir da temática da “extração mineral” no Brasil. Nesse sentido, a seguir apresentam-se as etapas seguidas pela professora pesquisadora no sentido de elaborar a UEPS que atendesse aos objetivos propostos:

- a) Tarefa inicial: definição do tópico específico a ser trabalhado – soluções e suas unidades de concentração e os processos de oxirredução.
- b) Problema inicial: texto adaptado sobre as consequências ambientais do Acidente de Mariana, ocorrido em 2015, no estado de Minas Gerais (Texto 1, Apêndice C). Nesse texto, constam alguns termos científicos do conteúdo de soluções. Essa atividade objetiva também sondar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o referido conteúdo, bem como trabalhar o enfoque CTS a partir da abordagem temática: extração mineral.
- c) Aprofundamento do conhecimento: atividade experimental demonstrativa (Apêndice D) que servirá como organizador prévio. Aprofundamento dos

---

<sup>3</sup> *Educapes* é um portal de objetos educacionais abertos para uso de alunos e professores da educação básica, superior e pós-graduação que procuram aprimorar seus conhecimentos. Engloba, em seu acervo, milhares de objetos de aprendizagem, incluindo textos, livros didáticos, artigos de pesquisa, teses, dissertações, videoaulas, áudios, imagens e quaisquer outros materiais de pesquisa e ensino que estejam licenciados de maneira aberta, publicados com autorização expressa do autor ou, ainda, que estejam sob domínio público. Disponível em: <<https://bit.ly/2QJjhFl>>.

conceitos de soluções, como as transformações de unidades por meio de alguns exemplos extraídos do texto 1. Utilização de *slides* (Apêndice E) para apresentação do conteúdo e atividades de sistematização (Apêndice F).

- d) Nova situação-problema: leitura e análise do texto 2 (Decreto reacende debate sobre exploração mineral no Amazonas), que envolve o contexto da extração mineral e as consequências ambientais dessa atividade (Apêndice G).
- e) Aprofundar os conhecimentos: trabalha-se o conteúdo de oxirredução a partir dos metais e substâncias apresentadas no texto 2. Realiza-se uma atividade experimental investigativa que apresenta maior nível de complexidade (Apêndice H).
- f) Diferenciação progressiva: aplica-se uma lista de resolução de situações-problema que envolvam ambos os conteúdos trabalhados (Apêndice I).
- g) Avaliação emancipatória da UEPS: solicita-se aos estudantes, em grupos, a realização de uma pesquisa na internet sobre os minerais/metais extraídos no Brasil e a criação de uma empresa extrativista. Com isso, os alunos devem confeccionar um material que será entregue ao professor pesquisador e que utilizará para verificar a pertinência de tal intervenção didática.
- h) Avaliação da própria UEPS pelo pesquisador: análise qualitativa, através do diário de bordo, de cada encontro realizado buscando indícios da aprendizagem significativa dos conteúdos químicos trabalhados.

Uma vez estabelecidos os passos, a seguir passa-se a descrever como foram desenvolvidos os encontros, relatando especialmente como ocorreram esses encontros e as percepções da pesquisadora quanto à ocorrência ou não do processo de aprendizagem significativa.

### **3.3 Descrição dos encontros**

Para a aplicação da UEPS foram necessários doze períodos de quarenta e cinco minutos cada um, totalizando sete encontros. Esses doze períodos ocorreram ao longo de um mês e quinze dias, conforme o Quadro 2 a seguir ilustra a descrição resumida dos encontros realizados. Destaca-se que a pesquisadora, ao assumir a condução das atividades, será mencionada nos relatos como professora e no capítulo seguinte, denominado de *pesquisa*, como pesquisadora. Essa denominação de professora é justificável devido à especificidade da atividade de docência.

Quadro 2 - Descrição resumida dos encontros

Passos	Descrição da atividade	Encontros
<b>1º Tarefa inicial</b> <b>2º Situação-problema inicial</b>	Leitura do texto 1 Análise do texto 1 Sondagem dos conhecimentos prévios	2 encontros (4 períodos*)
<b>3º Aprofundamento dos conhecimentos</b>	Organizador prévio (atividade experimental) Trabalhando os conceitos de soluções Resolução de atividades em grupos	1 encontro (2 períodos)
<b>4º Nova situação-problema</b>	Leitura do texto 2	1 encontro (1 período)
<b>5º Aprofundamento do conhecimento</b>	Trabalhado o conteúdo de oxirredução Atividade experimental	1 encontro (2 períodos)
<b>6º Diferenciação progressiva</b>	Resolução de situações-problema	1 encontro (1 período)
<b>7º Avaliação emancipatória da UEPS</b>	Pesquisa sobre extração mineral Criação e apresentação da empresa extrativista	1 encontro (2 períodos)
<b>8º Avaliação da UEPS pelo pesquisador</b>	Análise do diário do bordo pela pesquisadora	-----

\* 45 minutos.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Na sequência, são descritos os encontros realizados no decorrer da aplicação da sequência didática (UEPS). Trata-se do produto educacional vinculado a esta dissertação.

### 3.3.1 Primeiro encontro: *Leitura e análise do texto 1 (situação-problema inicial)*

No primeiro encontro, a professora pesquisadora foi apresentada à turma pelo coordenador pedagógico da escola e pelo professor de Química. Foi explicado aos estudantes a proposta didática e como se daria a realização das atividades. O coordenador ressaltou a importância de os estudantes participarem das atividades por se tratar de uma proposta diferenciada e qualificada.

Na sequência, a professora pesquisadora assumiu a turma, apresentou-se aos estudantes e explicou que o trabalho faria parte de um estudo vinculado ao Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, com o objetivo de auxiliar na melhoria das aulas de Química dos estudantes brasileiros e enfatizou novamente a importância da participação deles neste estudo. Após, receberam o Termo de livre Consentimento e Esclarecido (TCLE), o qual deveria ser assinado pelos pais ou responsáveis (Apêndice B).

Para introduzir o conteúdo de soluções e antes da leitura do texto 1 *O Desastre de Mariana*, a professora pesquisadora fez alguns questionamentos aos estudantes: *Alguém ouviu falar sobre o desastre ambiental ocorrido em Mariana? Quais as causas deste desastre? Alguém lembra de como ficou Mariana após o desastre?*

Foi utilizado um tempo em torno de cinco minutos para os estudantes pensarem e responderem aos questionamentos. Na sequência, foi entregue o texto 1 (Apêndice C) aos estudantes, que tratava das consequências ambientais do Acidente de Mariana ocorrido em 2015 no estado de Minas Gerais, o qual sinalizou a primeira situação-problema da UEPS. O texto 1 continha termos científicos relacionados ao conteúdo de soluções. Essa atividade objetivava, também, sondar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o referido conteúdo, bem como trabalhar o enfoque CTS a partir da abordagem temática: extração mineral provocando nos estudantes uma reflexão acerca dos problemas ambientais que podem ocorrer decorrentes do mau uso das tecnologias.

Visando ao resgate dos conhecimentos prévios, foi solicitado aos estudantes que realizassem a leitura do texto 1 individualmente e sublinhassem, no texto, os conceitos relacionados a soluções. Após, o professor realizou-se a leitura com os estudantes, de modo que um estudante voluntário realizava a leitura de um parágrafo em voz alta e a professora fazia a contextualização, questionando o que haviam sublinhado. Nesse momento, foi analisado o que os estudantes tinham destacado no texto 1 chamando a atenção para os conceitos-chave para a compreensão do conteúdo.

### *3.3.2 Segundo encontro: Trabalhando o conteúdo de soluções (aprofundamento dos conhecimentos)*

A professora, ao identificar que os estudantes não possuíam conhecimentos prévios sobre soluções, utilizou uma atividade experimental demonstrativa (Apêndice D) como organizador prévio e seguindo o que recomenda a TAS. A atividade estava programada para ser realizada pela professora, contudo, um dos estudantes demonstrou interesse e acabou realizando a atividade que tinha por objetivo servir como um organizador prévio para a introdução dos conteúdos de soluções e para isso foi utilizado água em maior quantidade (solvente) e cloreto de sódio,  $\text{NaCl}_{(s)}$ , (sal de cozinha) em menor quantidade (soluto); finalizada a mistura, homogeneizou-se a solução preparada com o auxílio de uma colher. Acreditava-se que essa atividade facilitaria o entendimento dos estudantes sobre o que seria uma solução e, posteriormente, o entendimento dos conceitos de soluto e solvente.

Os conteúdos foram trabalhados por meio de aula expositiva dialogada com o uso dos *slides* 1 e 2 (Apêndice E). No *slide* 1, trabalharam-se os conceitos de soluções, soluto e solvente. O *slide* 2 apresentou os três estados físicos em que as soluções podem ser encontradas. O objetivo desse material foi despertar nos estudantes a compreensão de que as

soluções não existem apenas no estado líquido, mas podem ser encontradas também no estado sólido e gasoso. Nesse sentido, antes de apresentar o *slide 2*, foram realizados os seguintes questionamentos: *Vocês acreditam que as soluções só existem no estado líquido? Vocês sabiam que elas poderiam existir também em outras formas, como no estado sólido ou gasoso?*

Aguardaram-se cinco minutos para que eles respondessem às duas questões; depois, apresentou-se o *slide 2*. Os estudantes copiaram o conteúdo em seus cadernos, interagiram nas discussões em aula e também trouxeram alguns exemplos de soluções sólidas. Assim, finalizou-se a aula e, no encontro seguinte, seriam trabalhadas as unidades de concentração, conforme planejamento.

### *3.3.3 Terceiro encontro: Convertendo unidades e resolvendo atividades (aprofundamento do conhecimento)*

No terceiro encontro, inicialmente, realizou-se uma breve retomada dos conceitos trabalhados na aula anterior e aprofundaram-se os conhecimentos sobre soluções. Os estudantes foram questionados sobre soluto, solvente e solução, com o intuito de verificar se estavam compreendendo o conteúdo estudado e retomou-se rapidamente o *slide 1* da aula anterior. A seguir, foram trabalhadas formas de concentrações de soluções por meio de aula expositiva dialogada com uso do *slide 3* (Apêndice E).

Para iniciar a discussão, a professora destacou que é necessário realizar medidas em nosso dia a dia, na indústria, comércio, etc. Na Química, também é necessário fazer medições, por exemplo: medicamentos, alimentos, água, etc. Para isso, é utilizada a concentração para representar a quantidade de certo soluto em determinado volume de solução e essas medidas podem ser apresentadas em unidades como mg, g ou mol (miligrama, grama ou mol). Na sequência, apresentou-se o *slide 3* trazendo recortes de exemplos mencionados no texto 1 com as concentrações de íons ferro e íons manganês em  $\text{mg L}^{-1}$  (miligrama por litro) em amostras de água coletadas no rio Aimorés e rio do Carmo na região próxima ao acidente. Os estudantes mostraram-se interessados.

Em seguida, trabalhou-se o *slide 4* (Apêndice E), em que se contextualizou a concentração em massa. Foi explicado que a concentração em massa se trata da relação entre a massa do soluto e o volume da solução. Também foi trabalhado outro exemplo retirado no texto 1, com a concentração expressa em  $\text{mg L}^{-1}$  de íons alumínio de uma amostra coletada no Rio Doce. Para a resolução dos exemplos, utilizou-se o raciocínio lógico pois entende-se que

auxilia na resolução de problemas relacionados a situações vivenciais dos estudantes. Os estudantes interagiram durante a explicação do professor. Na sequência, foi trabalhada a concentração em  $\text{g L}^{-1}$  (gramas por litro) por meio do *slide* 5 (Apêndice E). O exemplo apresentado no *slide* 5 trouxe a concentração de íons cobre de acordo com a resolução oficial na unidade  $\text{mg L}^{-1}$ , e a atividade consistia em converter a concentração expressa em  $\text{mg L}^{-1}$  para  $\text{g L}^{-1}$  (grama por litro). Para a resolução da atividade, os estudantes foram desafiados a participar da resolução, sendo questionados enquanto a professora resolvia conjuntamente a atividade na lousa.

Por fim, trabalhou-se a concentração em quantidade de matéria, que é expressa em  $\text{mol L}^{-1}$  (mol por litro). Por meio do *slide* 6 (Apêndice E), a professora apresentou o conteúdo através de aula expositiva dialogada. Foi explicado o conceito de quantidade de matéria por unidade de volume ( $\text{mol L}^{-1}$ ) como quantidade de mols de soluto existente em um litro de solução. Para facilitar o entendimento, os *slides* 6 e 7 (Apêndice E) trouxeram recortes de exemplos do texto 1. Assim, realizaram-se, em conjunto com os estudantes na lousa, as transformações das massas (em gramas) para a unidade expressa em  $\text{mol L}^{-1}$ . Além disso, os estudantes também necessitaram utilizar a tabela periódica para consultar a massa dos íons apresentados. No exemplo 2 (*slide* 7 - Apêndice E), foi solicitado aos estudantes para que fizessem a leitura do enunciado e tentassem resolver a questão. Para tal, utilizou-se um tempo de 5 minutos; na sequência, a professora fez a resolução na lousa com a participação dos estudantes.

Finalizada a explanação dos conteúdos, foi entregue uma lista de atividades de sistematização composta por seis questões. A primeira questão foi resolvida com os estudantes na lousa e as demais os estudantes resolveram durante a aula. A lista de atividades de sistematização está disponível no Apêndice F.

As atividades de sistematização tinham por objetivo oportunizar ao estudante revisar os conceitos trabalhados até o momento e verificar como estava a compreensão do conteúdo, pois, conforme Moreira (2012, p. 52), “é importante permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se necessário, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele externalize os significados que está captando, que explique, justifique suas respostas”.

Nesse encontro, os estudantes reuniram-se em grupos de dois ou três para resolver as atividades de sistematização, pois acreditava-se que a interação entre colegas facilitaria a compreensão do enunciado e a troca de ideias enriqueceria a aprendizagem. Além disso, os que possuíam maior facilidade poderiam auxiliar os que apresentavam maior dificuldade. A professora auxiliava e realizava a correção na lousa com a participação dos estudantes. O

encontro foi bastante cansativo e os estudantes apresentaram dificuldades para interpretar o enunciado das atividades.

#### *3.3.4 Quarto encontro: Leitura e análise do texto 2 (nova situação-problema)*

O quarto encontro teve como objetivo trabalhar o conteúdo de oxirredução partindo-se da temática da extração mineral apresentando uma nova situação-problema em nível de maior complexidade. No entanto, foi trabalhado o texto 2: “Decreto reacende debate sobre exploração mineral no Amazonas”, disponível no Apêndice G. O texto tratou da polêmica gerada em torno da liberação da extração mineral na Floresta Amazônica com fins econômicos pelo presidente da República, na época, o Sr. Michel Temer.

A professora pretendia, com esse material, trazer para reflexão dos estudantes os problemas socioambientais que poderiam ser gerados pelo desmatamento da floresta e, também, alguns dos minerais que são explorados nesse local, seus usos e aplicações. Tal atividade também seria um organizador prévio para o estudo de oxirredução, caso os estudantes não tivessem conhecimentos prévios para o entendimento do conteúdo.

Os alunos mostraram-se bastante interessados e participativos nesse encontro e trouxeram vários exemplos de situações vivenciais, dentre eles, com relação ao valor econômico do nióbio.

#### *3.3.5 Quinto encontro: Atividade experimental investigativa (aprofundamento do conhecimento)*

No quinto encontro, para aprofundar o conteúdo, foi realizada uma atividade experimental (Apêndice H), que tratou da formação da ferrugem. A professora entregou aos estudantes uma folha com alguns questionamentos a respeito da atividade experimental investigativa, os quais deveriam ser respondidos após a realização da atividade. Os materiais utilizados foram: água sanitária adquirida em mercado local e esponja de aço. Do laboratório da escola utilizou-se pipeta de pauster e os tubos de ensaio. A realização dessa atividade buscou facilitar o entendimento dos conceitos de oxidação, redução, agente oxidante e agente redutor. O planejamento dessa aula foi de acordo com Silva, Marcondes e Akahoshi (2011), onde na construção de um plano de aula, o professor, ao incluir atividades experimentais, busca desenvolver algumas habilidades cognitivas nos estudantes. Estes autores embasados nos estudos de Zoller (2002) destacam, dentre as habilidades cognitivas de ordem mais

elevada relacionadas com atividades investigativas na resolução de problemas são: a tomada de decisões, o pensamento crítico e avaliativo.

Os estudantes realizaram sua atividade experimental, misturaram no tubo de ensaio a água sanitária e o bombril e após descreveram no material o que ocorreu. Foi questionado aos estudantes o que eles esperavam que iria acontecer. E aguardou-se até a formação da ferrugem. Os estudantes ficaram ansiosos pelo resultado. Para a explicação do resultado e a contextualização do conteúdo, foram utilizados os *slides* 8 e 9 (Apêndice I). A escolha da formação da ferrugem deu-se por estar relacionada ao dia a dia dos estudantes. Santos e Pessoa (2017) relataram a proposta de formação da ferrugem como um tema interessante por se aproximar das situações vivenciais dos estudantes.

A atividade experimental despertou o interesse, a curiosidade e a participação dos estudantes na aula e auxiliou no entendimento do conteúdo de oxirredução. Percebeu-se que os estudantes mostraram-se motivados, curiosos, entusiasmados com o resultado da atividade experimental e participativos. Na sequência, foram realizadas atividades de sistematização (Apêndice J).

### *3.3.6 Sexto encontro: Resolvendo situações-problema (diferenciação progressiva)*

O sexto encontro foi realizado no laboratório de informática da escola, pois, na sequência, seria realizada uma pesquisa utilizando-se a internet. Nesse dia, foram resolvidas sete situações-problema (Apêndice K) que envolviam os dois conteúdos trabalhados até então.

A atividade almejou apresentar outras situações que permitissem ao aluno conectar os conhecimentos, levando em conta o processo de diferenciação progressiva, mas retomando as peculiaridades do referido conteúdo, buscando a reconciliação integrativa (MOREIRA, 2011). Além disso, tal atividade oportunizou aos estudantes vivenciar situações-problema que abrangessem os dois conteúdos trabalhados para que eles externalizassem a captação do conhecimento e treinassem as habilidades de raciocínio lógico.

Os estudantes reuniram-se em grupos de dois ou três para resolver a atividade, mostraram-se mais participativos e interessados na resolução das tarefas. Através dessa metodologia, foi possível observar que os colegas que tinham mais facilidade auxiliavam os que tinham maior dificuldade. A professora participou auxiliando, principalmente, na interpretação do enunciado, pois os estudantes apresentavam grande dificuldade para o entendimento. À medida que os estudantes resolviam as atividades, a professora realizava a correção na lousa com a interação dos estudantes.

Finalizadas as atividades, foi realizado o sorteio dos grupos que apresentariam, no encontro seguinte, uma empresa extrativista com o mineral/metalo sorteado. Os grupos foram formados por três estudantes. O Quadro 3 ilustra o metal referente que cada grupo deveria criar sua empresa extrativista.

Quadro 3 - Grupos formados e seu respectivo metal

Grupo	Metal
1	Cobre
2	Ferro
3	Ouro
4	Potássio
5	Alumínio

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Devido ao tempo curto para realizar as atividades e iniciar a pesquisa sobre os metais na internet para posterior criação da empresa extrativista a partir dos metais, solicitou-se aos estudantes que realizassem a pesquisa em casa e, no encontro seguinte a socializassem com os colegas e a professora. Foram repassadas as seguintes orientações sobre o trabalho: *“Todos os integrantes do grupo deveriam apresentar. Para a elaboração da empresa, deveriam ser levados em conta os conhecimentos estudados na disciplina. Poderiam criar os setores da empresa. Para que seria utilizado o mineral. Custos dos materiais. Criatividade na criação da empresa. Poderiam criar um CNPJ. Entregar um material para a professora sobre a empresa desenvolvida poderia ser a mão ou no computador”*.

O intuito dessa atividade foi oportunizar aos estudantes a percepção da presença da Química, da Ciência e da Tecnologia em situações vivenciais. A partir disso, objetiva-se despertar a criatividade, a curiosidade e verificar indícios da aprendizagem significativa dos estudantes.

### 3.3.7 Sétimo encontro: Apresentação da empresa extrativista criada (avaliação emancipatória da UEPS)

No sétimo encontro, para encerrar a aplicação da UEPS, os estudantes realizaram a apresentação da empresa extrativista criada (Apêndice L). Antes de iniciar a apresentação, a professora solicitou respeito com cada colega que estivesse apresentando, pois todos fariam o mesmo, e aproveitassem a oportunidade de falar em público, pois assim eles se preparariam para o mercado de trabalho. Nesse momento, foi possível perceber o nervosismo e a ansiedade estampada no rosto dos estudantes.

O encontro realizado foi um sucesso e, de certa forma, surpreendente, pois demonstraram muito respeito com os colegas que apresentavam e todos os integrantes de cada grupo participaram das apresentações. À medida que as apresentações ocorriam, os estudantes venciam o nervosismo. As empresas extrativistas foram elaboradas com muita criatividade e percebeu-se a preocupação dos estudantes em oferecer para a sociedade produtos para melhorar o dia a dia das pessoas. De forma resumida, dentre os metais apresentados, o que mais gerou discussão entre os estudantes foi o ouro, por sua utilização e devido ao seu elevado valor econômico. No entanto, na apresentação dos outros grupos, também houve discussões com menor intensidade, principalmente em exemplos de situações vivenciais levantados pelos estudantes.

Esse último passo indicado da UEPS objetiva verificar evidências de uma aprendizagem significativa, o que possibilita inferir se tal sequência didática foi exitosa ou não. Nesse sentido, Moreira (2011, p. 5) destaca que “a ênfase deve estar nas evidências, não em comportamentos finais”, uma vez que se entende que a aprendizagem significativa é em parte complicada de ser percebida.

## **4 PESQUISA**

Este capítulo direciona-se a apresentar a pesquisa realizada, os resultados alcançados. Apresentam-se os aspectos objetivando responder aos questionamentos iniciais deste estudo de modo a analisar a viabilidade da proposta enquanto estratégia didática.

A partir do que foi mencionado, retoma-se que a presente pesquisa é guiada pelos seguintes questionamentos: em que medida a UEPS se mostra uma metodologia que permite a abordagem de temáticas com enfoque CTS? Como os estudantes reagem perante intervenções didáticas envolvidas por situações-problema? É possível integrar os conteúdos de soluções e oxirredução por meio de uma UEPS?

Na busca por responder a esses questionamentos, o capítulo tem início com a caracterização da pesquisa e seu aporte teórico, os instrumentos utilizados para coleta dos dados e, por fim, os resultados da investigação e sua análise.

### **4.1 Caracterização da pesquisa**

A pesquisa procurou analisar a proposta didática em termos de sua viabilidade no ambiente escolar. Nesse sentido, Gil (2008, p. 26) define “pesquisa como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico”. O autor destaca que a pesquisa tem por objetivo principal descobrir respostas para problemas por meio do uso de procedimentos científicos, que nessa dissertação optou-se pelo estudo qualitativo.

A pesquisa qualitativa consiste em analisar minuciosamente cada detalhe do ambiente em estudo, pois cada evidência pode se tornar motivo de análise. Nesse sentido, Bogdan e Biklen (2010) enfatizam que, na abordagem da investigação qualitativa, faz-se necessário avaliar o ambiente além da rotina. Os autores ainda destacam que tudo tem potencial para se tornar uma pista indicando maior compreensão e esclarecimento acerca do objeto em análise.

Para a realização da pesquisa qualitativa, devem ser observados alguns fatores, como o local e o tempo necessário para a execução das atividades e, também, a metodologia a ser utilizada para a coleta de dados. De acordo com Bodgan e Biklen (2010), os estudos dessa natureza acontecem em local específico, por determinado período de tempo, sendo que são realizados relatos acerca dos fatos observados.

Para que aconteça essa análise mais detalhada, os pesquisadores farão parte de situações vivenciais dos pesquisados. Para tal, conforme Bodgan e Biklen (2010), os pesquisadores inserem-se no local onde habitam os pesquisados, como escolas, famílias,

bairros, fazendo a coleta dos dados. A coleta pode ser efetuada com o auxílio de vídeos, áudios, bloco de anotações. Borba (2018) destaca como instrumentos para coleta de dados para a pesquisa qualitativa, entrevistas, observações de campo, filmagens, anotações em cadernos de campo, entre outros. Além disso, Gil (2008) também destaca que o pesquisador e seus aparatos têm papel significativo na coleta, análise e interpretação dos dados.

Outro aspecto desta pesquisa é caracterizado como participante, pois o pesquisador estará presente no ambiente de estudo para coletar dados. Este trabalho será realizado em uma escola pública com uma turma de estudantes de ensino médio. Nesse sentido, Minayo (2010) destaca que a pesquisa qualitativa participante consiste na presença do investigador num contexto social, com o objetivo de realizar uma investigação científica e coletar dados. Na sequência, são descritos os instrumentos para a coleta dos dados.

#### **4.2 Os instrumentos para coleta de dados**

O estudo visa analisar a coleta de dados recorrendo a mais de um instrumento para verificação. Segundo Minayo (2010), os instrumentos de trabalho de campo na pesquisa qualitativa buscam conciliar os referenciais teórico-metodológicos e a realidade observada. Para tal, são utilizados os instrumentos diário de bordo ou diário de aula na óptica de Zabalza (2004), levando em consideração a fala e a participação dos estudantes durante os encontros e os materiais produzidos pelos estudantes (empresa extrativista).

Dentre os instrumentos selecionados, destaca-se o diário de bordo ou diário de aula, o qual, de acordo com Zabalza (2004, p. 1), consiste nos “documentos em que professores e professoras anotam suas impressões sobre o que vai acontecendo em suas aulas”. O autor destaca ainda que o professor, ao descrever suas aulas no diário, fica mais atento ao que acontece. Dessa forma, torna-se mais reflexivo, pois, ao ler, analisar, avaliar, pode melhorar sua prática docente e também suas decisões.

Nesse sentido, a fala e a participação dos estudantes no decorrer dos encontros são utilizados pelo professor para analisar o entendimento dos estudantes sobre os conteúdos estudados e também a evolução durante e após cada encontro. Além disso, os materiais produzidos pelos estudantes, para a criação da empresa extrativista, no final da intervenção didática, também são utilizados para análise.

Borges (2010) também utilizou a produção escrita como instrumento de avaliação sobre a sua prática e a evolução da aprendizagem dos estudantes em Química. O autor buscou analisar a evolução dos termos estudados, bem como conscientizar os estudantes acerca da

importância destes em seu dia a dia. Nesse sentido, com esse instrumento, pretendeu-se analisar o progresso na compreensão dos conceitos, avaliar a percepção dos estudantes entre a relação conteúdo de soluções e oxirredução e também aproximar o conteúdo químico estudado com situações vivenciais dos estudantes.

### 4.3 Análise dos resultados e discussão

Aqui são apresentados e discutidos resultados alcançados com a aplicação da intervenção didática. O público-alvo (sujeitos da investigação) foram descritos no capítulo anterior no momento do relato dos encontros. Para análise elaborou-se categorias para facilitar a apresentação e discussão dos resultados, partindo-se dos questionamentos que guiam a presente pesquisa e foram mencionados anteriormente. A categorização foi elencada a partir de uma pré-análise nos registros do diário de bordo e do material elaborado pelos estudantes no final da intervenção, isto é, a empresa extrativista.

A apresentação da discussão dos resultados alcançados se dará à luz de três categorias de análise, a saber “Situações-problema”, “Enfoque CTS” e “Empresa Extrativista”. O Quadro 2 elucida um panorama da relação da tríade: categoria de análise com o instrumento de coleta de dados analisado e o questionamento inicial que direcionou a presente pesquisa.

Quadro 4 - Relação da tríade: categoria-questionamento inicial-instrumento

<b>Categorias</b>	<b>Questionamento inicial vinculado</b>	<b>Instrumentos analisados</b>
<b>Situações-problema</b>	Como os estudantes reagem perante intervenções didáticas envolvidas por situações-problema?	Diário de Bordo
<b>Enfoque CTS</b>	Em que medida a UEPS se mostra uma metodologia que permite a abordagem de temáticas com enfoque CTS?	Diário de Bordo Materiais confeccionados
<b>A empresa extrativista</b>	É possível integrar os conteúdos de soluções e oxirredução por meio de uma UEPS?	Diário de Bordo Materiais confeccionados

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

#### 4.3.1 Situações-problema

Nessa categoria, discorre-se sobre a importância de trabalhar situações-problema no processo de ensino-aprendizagem, pois essa metodologia pode proporcionar melhor entendimento do conteúdo químico, principalmente por contextualizar conteúdos próximos à realidade do educando e que envolvam situações cotidianas, além de, se bem conduzidas, proporcionar momentos de reflexão e maior participação. Nesse sentido, Medeiros e Goi (2018) destacam ser a resolução de problemas (RP) um dos métodos utilizados no ensino, pois

busca o processo de construção do processo de ensino-aprendizagem proporcionando situações que levem o estudante à tomada de decisões, trabalhos em grupo, representações do pensamento e criatividade. Além disso, os mesmos autores enfatizam que essa técnica se destaca por contextualizar situações que requerem reflexão, investigação e busca de estratégias que em geral nem sempre conduzem a respostas imediatas.

Seguindo essa linha, Soares et al. (2016) também enfatizam que a resolução de problemas tem grande poder em motivar o estudante, pois envolve situações novas, atitudes diferenciadas e conhecimentos. Para os mesmos autores, “o processo de resolução de problemas implica a aquisição de competências, ou seja, no desenvolvimento de capacidades diversas do indivíduo que envolve a mobilização de conhecimentos, procedimentos e atitudes na busca de solução para o que lhe é proposto” (SOARES et al., 2016, p. 3).

Munhoz (2015) define a aprendizagem baseada em problemas como uma nova metodologia de ensino utilizada na criação de currículos contrários aos processos tradicionais de aprendizagem. É indicada como estratégia para as mais variadas situações de resolução de problemas. O autor destaca ainda que, durante o processo, o estudante amplia habilidades e cognição que resgatam a criticidade, criatividade, atitude.

Moreira (2011), um dos teóricos norteadores deste estudo baseado nas concepções de Vergnaud, enfatiza que as situações-problema dão sentido a novos conhecimentos; sua estruturação deve buscar despertar a intencionalidade do educando para a aprendizagem significativa. Além disso, destaca que a situação-problema pode trabalhar como um organizador prévio.

Nesse sentido, considerando-se a organização da UEPS a partir dos passos elencados por Moreira (2011), sendo que em dois deles (2 e 4) são abordadas situações-problema, levando-se em conta o diálogo estabelecido em sala de aula, os questionamentos dos estudantes, os trabalhos em grupos e a aula no laboratório de ciências da escola foi fundamental para oportunizar a motivação, o interesse e a participação dos educandos. Considera-se importante destacar também que na UEPS, houve diferentes momentos em que foram proporcionadas situações-problema, oportunamente cabe destacar: a leitura do texto 1 sobre o desastre de Mariana; e, o texto 2 sobre a polêmica do Decreto que discutiu a exploração mineral no Amazonas. Ambos os textos tinham por objetivo resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conteúdos de soluções e oxirredução. Além disso, buscou aproximar os conteúdos químicos de situações conhecidas visando motivá-los a participarem da aula. Outras estratégias também utilizadas foram: a atividade experimental

sobre a formação da ferrugem e as atividades envolvendo situações-problema englobando os dois conteúdos.

No primeiro encontro, foi trabalhada a primeira situação-problema, buscando-se identificar o conhecimento prévio dos educandos sobre soluções. Observou-se que durante a leitura do texto 1, os estudantes mostraram-se interessados, participaram da leitura e responderam às perguntas iniciais da professora, também questionaram termos que não conheciam no texto. Isso pode ser observado no registro feito no diário de bordo da pesquisadora:

Após a primeira leitura individual foi solicitado a um estudante voluntário que efetuasse a leitura em voz alta para posterior discussão coletiva. Observou-se que todos participaram do debate e um dos estudantes questionou o que significava a descrição em  $g L^{-1}$ , no texto, e o professor atendeu ao questionamento. Nesse contexto, foi possível verificar o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao conteúdo de soluções (DIÁRIO DE BORDO, 9 maio 2018).

Nesse momento, foi identificada a importância do resgate dos conhecimentos prévios, pois, com base nessa percepção, a professora utilizou um material previamente elaborado, no qual foram trabalhados os conceitos de soluto, solvente e soluções: sólida, líquida e gasosa. Além disso, para facilitar o entendimento do que se tratava uma solução, foi realizada uma atividade experimental demonstrativa com água e sal da qual um dos estudantes participou. Os educandos demonstraram interesse pela atividade experimental e apresentaram grande expectativa, pois esperavam que houvesse mudanças na cor da água, o que não ocorreu. Diante desse comportamento, sugere-se aos colegas educadores, ao introduzir conteúdo de soluções para realizar atividade experimental, um caráter investigativo. A atitude dos estudantes também surpreendeu a professora, pois esta não imaginava que uma simples atividade experimental despertasse tanto interesse. Durante a discussão sobre solução sólida, os estudantes participaram trazendo vários exemplos, dentre eles, uma liga de aço. O registro do diário de bordo relata as situações ocorridas na sala de aula.

No período seguinte, introduziu-se o conteúdo de soluções através de aula expositiva dialogada e os estudantes anotaram no caderno o conteúdo e as explicações. Para a contextualização de soluções, foi realizada uma simples atividade experimental demonstrativa: mistura de água com sal de cozinha, com o intuito de facilitar entendimento de soluções. Um dos estudantes que estava no fundo da sala, ao ver o material sobre a mesa do educador, foi até ela para fazer o experimento. Ao final da atividade, os estudantes ficaram desapontados e um deles falou: “só isso professora”, “eu pensei que ia acontecer algo diferente”, pois esperavam mudanças na cor da água. Durante a discussão sobre soluções, um estudante exemplificou uma solução sólida como uma liga de aço (DIÁRIO DE BORDO, 9 maio 2018).

No quarto encontro, foi trabalhado o texto 2. Para tal, os estudantes efetuaram a primeira leitura individual e destacaram no texto os minerais encontrados. Na sequência, foi realizada a leitura em voz alta pela professora e os estudantes comentavam os metais que haviam encontrado no texto. Durante essa atividade, ocorreu um bom debate, os estudantes mostraram-se bastante interessados, motivados, trouxeram exemplos de seu dia a dia, questionaram o significado de termos desconhecidos que haviam encontrados no texto. Tais situações foram registradas no diário de bordo conforme ilustra o recorte a seguir:

Em relação a este tema, os estudantes apresentaram maior interesse e participação. Talvez isso decorra do fato de haver, no município, várias metalúrgicas ou até pelo fato dos pais de alguns alunos trabalharem neste ramo. Esse tema também faz parte das situações vivenciais dos estudantes, pois alguns metais como ouro, ferro, alumínio estão muito presentes no dia a dia. Uma estudante questionou a professora o que era columbita-tantalita que estava descrita no texto 2 (DIÁRIO DE BORDO, 6 jun. 2018).

Diante desse fato, ficou visível a importância do professor ao selecionar e elaborar materiais que estão relacionados ao dia a dia do educando, pois este apresentou potencial em despertar o interesse e a participação dos estudantes. Nesse sentido, perceberam-se as duas condições necessárias para a aprendizagem significativa segundo os estudos Moreira (2006): a primeira é de que o estudante deve apresentar predisposição para aprender; a segunda, de que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo.

No período seguinte, para introduzir o conteúdo de oxirredução e levando em conta o interesse despertado pela atividade experimental demonstrativa no início da sequência didática, foi realizada no quinto encontro uma atividade experimental investigativa utilizando água sanitária e bombril. Essa atividade resultou na formação da ferrugem e foi desenvolvida no laboratório de ciências da escola. Foi dada a liberdade aos estudantes para que colocassem mais água sanitária, mais bombril e observassem o que aconteceria. Essa foi uma das aulas de que os estudantes mais gostaram, demonstraram interesse, curiosidade, participação, o que ficou evidenciado no recorte do diário de bordo da pesquisadora.

Cada estudante pôde realizar seu experimento, pois a escola dispunha de material suficiente para a realização. Os estudantes apresentaram grande interesse, questionavam ansiosos o que iria acontecer, alguns adicionaram mais água sanitária ao experimento para ver o que aconteceria e outros “bombril”. Quando a professora questionou o que na opinião deles aconteceria, um dos estudantes respondeu que o “*bombril iria sumir*”, outro que iria “*mudar de cor*” e, quando começou a surgir a cor marrom, responderam que iria “*enferrujar*” (DIÁRIO DE BORDO, 6 jun. 2018).

Na sequência, observam-se mais detalhes no diário de bordo:

Durante a explicação no quadro, os meninos ficaram mais atentos e algumas meninas colocaram tecido no tubo de ensaio, cabelo e um prego para ver o que aconteceria com os materiais. Apesar de estar fora do contexto, essa atitude das estudantes demonstra que a atividade experimental desperta o interesse, a curiosidade, senso de descoberta e que ela pode contribuir para o desenvolvimento dessas habilidades. Além de que o ambiente do laboratório é diferente da sala de aula, desperta a curiosidade no sentido de querer saber que materiais são utilizados em laboratório. Fala de alguns dos estudantes “Isto é um bquer, professora?” e “Pipeta não lembro o nome, de Pauster?” (DIÁRIO DE BORDO, 6 jun. 2018).

Por meio desse registro, percebe-se que a atividade experimental desperta o interesse e, além disso, pode desenvolver as habilidades de investigação, descoberta, curiosidade nos estudantes. Nesse sentido, os estudos de Cavalcanti, Springer e Braga (2013) apresentaram resultados semelhantes, pois relataram que estes foram muito positivos ao aliar atividade experimental e resolução de problemas, relataram grande interesse e participação dos estudantes, além do desenvolvimento do senso crítico.

No sexto encontro, foi trabalhada uma lista com situações-problema envolvendo os dois conteúdos estudados, fazendo parte do passo de diferenciação progressiva da UEPS. Essas situações trabalhadas estavam voltadas às aplicações vivenciais. Nesse período, percebeu-se que os estudantes se mostraram bastante interessados, ajudaram-se, participaram da realização da atividade e demonstraram estar mais familiarizados com os conteúdos, porém demonstravam dificuldades para compreender o que estava sendo solicitado na questão e, também, entre estabelecer a relação entre o valor resultante do cálculo com o permitido na legislação. Isso ficou mais evidente nas primeiras questões. À medida que resolviam as questões, um aluno auxiliando o outro, o entendimento ficava mais fácil. Não foi possível perceber se os estudantes conseguiram relacionar o conteúdo de soluções com oxirredução. O recorte do diário de bordo ilustra essas observações.

Durante a resolução da lista de situações-problema, percebeu-se que houve maior participação e interesse dos estudantes. Eles estavam organizados em grupos e se ajudavam na resolução das atividades, questionavam a professora quando não entendiam o enunciado. A dificuldade de empregar regras de três, na resolução da atividade, foi menor em comparação às aulas anteriores e os estudantes se esforçaram para resolver todas as situações (DIÁRIO DE BORDO, 13 jun. 2018).

Conforme o exposto no diário, percebeu-se que as situações-problema podem promover maior interação social, questionamentos, diálogo, um ambiente mais descontraído em que um auxilia o outro, troca de ideias, respeito à opinião do colega. Trata-se, portanto, de uma atividade que gera um bom retorno, tanto no sentido de aprendizagem quanto de relacionamento entre os alunos. Nesse sentido, Moreira (2011) ressalta que o ensino deve

buscar facilitar a aprendizagem através da interação social e do questionamento. Munhoz (2015) enfatiza que a aprendizagem com base em problemas nos trabalhos em grupo direciona o estudante a desenvolver atividades colaborativas e recorre a um método de propagação do conhecimento, o qual vai além da transmissão de estratégias aos participantes do grupo.

Após essa aula, evidenciaram-se novamente as contribuições de Moreira (2011) baseadas nos estudos de Vergnaud, de que as situações-problema são capazes de dar sentido a novas aprendizagens. A resolução de problemas também contribui para preparação do estudante ao mercado de trabalho. Munhoz (2015) relata, dentre alguns benefícios da aprendizagem de resolução de problemas, o de desenvolver habilidades para solução de problemas fundamentais para o mercado corporativo atualmente.

Respondendo à pergunta “como os estudantes reagem perante intervenções didáticas envolvidas por situações-problema”, percebeu-se, durante a aplicação, que os estudantes reagiram positivamente, pois apresentaram maior interesse, motivação, envolvimento e participação na aula, o que pode ser observado em diversos momentos, principalmente quando os estudantes traziam exemplos de suas situações vivenciais. Por meio da aplicação dessa abordagem metodológica, foi oportunizado ao estudante se tornar protagonista do conhecimento, uma vez que houve maior interação com o professor, com os colegas e com o material didático, ao invés de apenas captar conceitos prontos. Além disso, cada estudante foi constantemente desafiado por novas situações que exigiram dele uma maior reflexão.

#### *4.3.2 Enfoque CTS*

Outra categoria analisada na UEPS foi o enfoque CTS. Nessa categoria, avaliou-se o diário de bordo e os materiais produzidos pelos estudantes. De acordo com Santos e Schnetzler (2010), o enfoque CTS tem por objetivo formar cidadãos críticos, capazes de tomar decisões importantes na sociedade, principalmente no que diz respeito a aspectos científicos e tecnológicos e, através desse conhecimento, ser capaz de promover mudanças em seu meio social.

Os mesmos autores destacam ainda que a contextualização de conteúdos químicos na perspectiva CTS deve levar em conta duas questões: a informação Química e os aspectos sociais e, dentro disso, contextualizar os conteúdos de forma que preparem o cidadão para exercer sua cidadania. Além do mais, tem como papel fundamental instrumentalizar o cidadão para a tomada de decisão, criando situações em que os estudantes sejam estimulados a opinar, propor soluções, avaliar custos, dentre outros (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Na elaboração do texto 1, buscou-se enfatizar as questões ambientais para iniciar a discussão dos conteúdos de soluções, uma vez que o desastre ambiental de Mariana foi um assunto de grande repercussão nacional e resultou em diversas consequências para as comunidades que lá viviam, das quais destacam-se algumas: humanos foram a óbito, vida aquática no Rio Doce e no mar próximo à tragédia, animais terrestres e biomas foram devastados.

Para auxiliar a introdução de soluções, foram inseridos no texto resultados de análises da água realizadas no Rio Doce após o desastre; nelas estavam inseridas unidades de concentração que foram trabalhadas na sequência. Os estudantes reagiram positivamente a essa metodologia, auxiliaram na leitura do texto, participaram do debate, outros relataram ter assistido na televisão, ficaram atentos e questionaram termos desconhecidos, como ilustra um dos fragmentos do diário de bordo do dia 9 de maio de 2018: “um dos estudantes questionou o que significava a descrição em  $g L^{-1}$  e por que estava escrito daquela maneira”. Costa, Melo e Marcelino (2016), por meio da radioatividade em aulas de Química com abordagem CTS, relataram ser válido esse método para a formação de cidadãos participativos na sociedade, pois se desenvolvem debates e a participação dos estudantes.

No quinto encontro, após a leitura do texto 2, “Decreto reacende debate sobre exploração mineral no Amazonas” e com a ampla discussão gerada sobre os metais, um dos estudantes comentou que havia assistido na televisão uma notícia sobre o metal nióbio e mostrou-se espantado com o alto custo deste material e da diferenciação entre ele e o metal ferro. A transcrição do diário de bordo ilustra a fala do estudante:

Um dos estudantes comentou que havia assistido na televisão a um programa em que falava sobre a diferença entre o ferro e o nióbio e que uma pedra minúscula de nióbio custava R\$ 400,00. Outro ponto também discutido foi que alguns estudantes não concordavam com a devastação da Floresta Amazônica. Um estudante comentou que as propriedades rurais precisavam tomar cuidado ao realizar desmatamentos, pois poderiam receber multas. A professora então complementou que, para isso, deveria ser solicitado licenciamento ambiental (DIÁRIO DE BORDO, 23 maio 2018).

A fala dos estudantes possibilitou perceber a importância de oportunizar momentos de debate em que os estudantes pudessem argumentar, opinar e questionar. Isso porque algumas informações podem ser úteis para sua família ou comunidade e até mesmo em situações corriqueiras que necessitem tomar decisões. De acordo com Costa, Melo e Marcelino (2016), baseados nos estudos de Aikenhear (2005), o enfoque CTS no ensino viabiliza aos estudantes questionarem, discutirem, debaterem, decidirem sobre situações sociais que

implicam o progresso científico e tecnológico. Ainda, ressaltam a importância de trabalhar aspectos sociais presentes nas situações vivenciais do educando.

No sexto encontro, foi realizada a apresentação da empresa extrativista elaborada pelos grupos. O grupo quatro recebeu o metal potássio e os estudantes criaram a empresa Fertilizantes Rawel. Com a utilização dos recortes do material entregue pelos estudantes, percebeu-se que a compreensão sobre a utilização dos minerais se estendeu para além da sala de aula, pois criaram um produto para contribuir com a melhoria da agricultura, um fertilizante. Além disso, destacaram que é importante para a produção de alimentos e também para o organismo humano que necessita desse mineral para estar em equilíbrio. Na sequência, a transcrição de alguns trechos ilustra o material elaborado pelos estudantes:

[...] funciona como eletrólito para a transmissão nervosa, contração muscular e equilíbrio de fluidos corporais.  
 [...] fornecer um produto de qualidade para melhorar as características físicas, Químicas e biológicas do solo.  
 [...] busca de novos produtos na agricultura que sejam totalmente naturais (DADOS DA PESQUISA, 2018).

A elaboração da empresa produtora de fertilizantes desenvolvida proporcionou aos estudantes maior reflexão acerca da aplicação do metal potássio; além disso, os benefícios que ele pode gerar para a agricultura com a melhoria do processo. Nesse sentido, Costa, Melo e Marcelino (2016) ressaltam que a inserção de temas sociais em sala de aula tem a capacidade de estimular o estudante a se sentir componente da sociedade, despertar o interesse pelas suas problemáticas e participar dos debates relacionados à ciência, tecnologia e sociedade.

Auler (2007) embasado em Santos (1992), também reforça a importância da inclusão de temas sociais, justificando por abordarem os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade ao proporcionarem situações que facilitam o desenvolvimento das habilidades para tomadas de decisões nos estudantes.

Outro grupo 1 trabalhou com o metal cobre, o qual seria utilizado para produção de fios de cobre para a rede elétrica de domicílios. O recorte do material a seguir ilustra um fragmento do texto elaborado: “Nossa empresa irá usar o cobre para a fabricação de fios de energia que será usado para a rede elétrica de domicílios”.

Ao pensar em criar uma empresa para produção de fios de cobre, os estudantes despertaram grande interesse principalmente pelas aplicações tecnológicas e benefícios à sociedade. Além disso, elaboraram uma maquete muito criativa para exemplificar a empresa (Figura 2).

Figura 2 - Empresa MHJ elaborada pelo grupo 1



Fonte: A pesquisa (2018).

O nome da empresa foi selecionado a partir da inicial do nome de cada componente. Em relação aos conteúdos trabalhados de soluções e oxirredução, alguns termos surgiram no texto, como: cátodo, solução de ácido, sulfato de cobre, refino eletrolítico, processo eletrolítico, cobre metálico, oxigênio, fundição do cobre, fusão, purificação do cobre, cobre puro, ustulação, gás dióxido de enxofre, compostos de enxofre. Percebeu-se que essa atividade proporcionou o desenvolvimento da criatividade, do trabalho em equipe e cooperação, compreensão das aplicações cotidianas do metal e oportunizou o contato com termos científicos.

Em corroboração, Auler (2007) destaca como um dos objetivos da metodologia CTS formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, aptos a tomar decisões esclarecidas e críticas. Gondim e Santos (2016), com base nos estudos de Auler (2007), destacam ainda que a educação CTS procura despertar o interesse do estudante ao fazer uma ponte entre as aplicações tecnológicas, a vida cotidiana, as aplicações científicas de interesse social, as consequências sociais e éticas relacionadas à ciência e tecnologia.

O grupo 3, por sua vez, criou a empresa Mina Blaaunbank. Essa empresa seria responsável pela criação e produção de materiais à base de ouro. O recorte do diário de bordo da pesquisadora ilustra a surpresa dos jovens sobre a capacidade de condução de eletricidade do ouro.

Os estudantes mostraram-se surpresos com a inutilização do ouro para condução de energia devido à inviabilidade econômica, pois acreditavam que somente o cobre poderia ser usado para condução e também compreenderam o porquê opta-se pelo cobre e não pelo ouro. *Eu não sabia, profe, que o ouro poderia conduzir eletricidade* (DIÁRIO DE BORDO, 20 jun. 2018).

Neste trabalho, percebem-se algumas palavras relacionadas ao conteúdo de soluções e oxidação. Destacam-se, especialmente as palavras oxidação, estado oxidado, nox, ouro é sólido, mistura de ácidos, ácido nítrico e clorídrico, concentrações ínfimas, concentrações, concentração, massa sólida, conforme pode ser observado no recorte do material elaborado pelos estudantes:

O ouro, muito conhecido por ser símbolo de riqueza, é um elemento químico metálico nobre, ou seja, dificilmente sofre oxidação. Seu número de massa atômica vale respectivamente 79 e 197 u. E quando, em estado oxidado (através de uma mistura de ácidos ou na presença de halogênios) apresenta Nox +3 ou +1. Ótimo condutor de eletricidade e calor, porém, por inviabilidade econômica, é praticamente inutilizado para esses fins (DADOS DA PESQUISA, 2018).

Após a apresentação do grupo 3, houve questionamentos e debate, pois os estudantes estavam curiosos e interessados em relação ao ouro. O registro ilustra a situação ocorrida na sala de aula.

O assunto gerou questionamentos por parte dos estudantes quanto à diferença do ouro dez quilates para o dezoito e vinte e quatro quilates e, também, a diferença do brilho entre eles, o alto custo e outras aplicações do ouro no dia a dia. Um debate também se formou entre os próprios estudantes, pois começaram a discutir também o porquê de não ser utilizado para a condução de energia. A questão da ostentação também foi debatida pelos estudantes, principalmente o alto custo. Outro ponto levantado foi a questão da segurança em relação ao uso de joias de ouro, principalmente nas grandes cidades, em especial Porto Alegre. A utilização de dentes de ouro pelos mais antigos e o não uso nos dias de hoje pela questão da estética (DIÁRIO DE BORDO, 20 jun. 2018).

A inserção dos conteúdos de Química em que são trabalhados na perspectiva CTS pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa e motivadora aos estudantes. Nesse sentido, Santos e Auler (2010), baseados nos estudos de Aikenhead (2003), destacam que a educação CTS contribui com o ensino de Ciências, pois ela motiva os estudantes aos estudos em Ciências e tecnologia e, ainda, facilita a compreensão do valor social e do conhecimento científico-tecnológico.

Visando responder à pergunta “em que medida a UEPS se mostra uma metodologia que permite a abordagem de temáticas com enfoque CTS”, ao analisar os diversos momentos da UEPS nos quais foi possível utilizar o enfoque CTS em sua estruturação – na elaboração dos textos, nas situações-problema, na atividade experimental investigativa, nas empresas extrativistas criadas pelos estudantes –, entende-se que a UEPS permite a abordagem da temática CTS, uma vez que facilitou a contextualização dos conceitos químicos relacionando-os com o dia a dia dos estudantes e, conseqüentemente, proporcionou maior interação e participação dos estudantes no decorrer das aulas.

#### 4.3.3 A empresa extrativista

A escolha da elaboração da empresa extrativista objetivou analisar o entendimento ou a captação de conceitos químicos relacionados aos conteúdos de soluções e oxirredução pelos estudantes no decorrer da sequência didática.

Para finalizar a sequência didática, os estudantes realizaram a pesquisa em casa para posterior apresentação em sala de aula do material elaborado. Além disso, foram desafiados a apresentar seus trabalhos perante a turma para que todos os colegas tivessem conhecimento dos demais trabalhos desenvolvidos. No decorrer das apresentações, perceberam-se dificuldades, quais sejam: alguns tremiam, ficaram nervosos, ansiedade, falavam mais baixo, outros não queriam dirigir-se até a frente para apresentar os trabalhos. Um grupo não apresentou, pois dois colegas desistiram e o estudante restante não procurou outro grupo para fazer o trabalho e também não comunicou a professora. O grupo 3, encarregado de apresentar o metal ouro, não quis se dirigir até a frente dos colegas para apresentar. Assim, o grupo foi orientado a ficar em sua classe e apresentar o trabalho, pois dispunha do material descrito em mãos. O registro do diário de bordo ilustra o acontecimento.

A maioria dos estudantes esforçou-se para realizar a atividade, todos os integrantes de cada grupo apresentaram um pouco sobre o seu trabalho. Um grupo não fez a atividade porque duas colegas desistiram e integrante restante não fez a atividade. Um grupo de estudantes não quis se dirigir até a frente para apresentar pois ficaram envergonhadas e apresentaram em suas classes (DIÁRIO DE BORDO, 20 jun. 2018).

Durante as apresentações, os estudantes mostraram-se interessados, motivados e participativos, a ponto de despertarem seu senso crítico, o que pode ser verificado por meio da maquete elaborada pelos estudantes do grupo 1 e do grupo 2 e através das discussões sobre os metais apresentados. Borges et al. (2010), em seus estudos relacionados à utilização do ensino CTSA aplicado às atividades extraclases, relataram aumento da participação e interesse dos estudantes nas tarefas.

Após a apresentação do grupo do metal ouro, gerou-se intenso debate acerca do alto custo e das diversas aplicações do ouro em situações vivenciais. Ao finalizar as apresentações, alguns estudantes comentaram positivamente, pois desenvolveram habilidades para apresentação de trabalhos em público. Esse momento oportunizou aos estudantes a chance de manifestar suas opiniões e perceber que os metais estão associados as situações vivenciais, e não apenas à sala de aula quando a professora de Química trabalha o assunto. Nesse sentido,

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 79) defendem que a “educação deverá contribuir para a autoformação do aluno, estimulando-o a assumir a condição humana, incentivando-o a viver de forma a se tornar um cidadão, que numa democracia, será definido por sua solidariedade e responsabilidade”. Novak (2000 apud MOREIRA, 2011) ressalta que a aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva de pensamentos, de sentimentos e, também, de ações.

Por meio dessa categoria, buscou-se responder à seguinte pergunta: é viável a estruturação relacionando os conteúdos de soluções e oxirredução por meio de uma UEPS? Analisando-se o material elaborado pelos estudantes, percebeu-se que surgiram alguns termos relacionados aos conteúdos de soluções e oxirredução, no entanto, não se observa clareza na concepção dos estudantes. Nesse sentido, para maior viabilidade utilizando os dois conceitos, seriam necessários mais períodos para a elaboração da UEPS tanto na abordagem dos conteúdos de soluções quanto ao trabalhar os conteúdos de oxirredução.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou entender como os estudantes reagem diante de intervenções didáticas envolvidas por situações-problema. Além disso, em que medida a UEPS se mostra uma metodologia que permite a abordagem de temáticas com enfoque CTS; também, se é viável a estruturação relacionando os conteúdos de soluções e oxirredução por meio de uma UEPS. Ou seja, elaborou-se uma sequência didática para a contextualização do conteúdo de soluções e oxirredução no ensino médio apoiada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, nas UEPS de Marco Antonio Moreira e enfoque CTS em que se utilizou como tema a extração mineral no Brasil e observou-se a viabilidade em relação à metodologia utilizada e alcance dos objetivos didáticos almejados.

Em relação às contribuições das etapas da UEPS, destacou-se a importância da utilização de diversas estratégias didáticas, dentre elas as situações-problema, as quais, em diversos momentos, permitiram o uso de textos abordando temas polêmicos, pois remetia a algo familiar, que eles já haviam lido, assistido na televisão e estavam relacionados a problemas ambientais (CTS). Os outros métodos: as atividades experimentais investigativas e demonstrativas, atividades de sistematização envolvendo situações-problema permitiram instigar os estudantes a participarem, questionarem, desenvolverem a criatividade, a curiosidade, a criticidade, trabalharem em grupo e o raciocínio lógico.

Ainda quanto à UEPS, a elaboração e apresentação de uma empresa extrativista permitiram aos estudantes relacionarem os conteúdos químicos com suas situações vivenciais. Ainda que poucos conceitos químicos relacionados a ambos os conteúdos foram descritos no material entregue pelos estudantes, percebeu-se que tiveram a oportunidade de pesquisar um tema para além da sala de aula, puderam decidir que empresa iriam criar, trabalharam em grupos e apresentaram sua empresa aos demais colegas, o respeito às diferenças, principalmente com o colega que apresentava o trabalho. As empresas desenvolvidas foram muito criativas e demonstraram interesse em melhorar a sociedade, os próprios estudantes destacaram como positivo a apresentação oral dos trabalhos.

A elaboração da sequência didática na perspectiva da aprendizagem significativa possibilitou o resgate dos conhecimentos prévios por meio da temática da extração mineral levando em conta os subsunçores presentes na cognição de cada indivíduo. A partir disso elaborou-se um organizador prévio (textos: 1 e 2) que serviu como uma ponte para compreensão dos conceitos que ele já tinha conhecimento e os novos conteúdos que seriam estudados.

No que diz respeito aos resultados da aplicação dessa UEPS, percebeu-se melhora do interesse e entendimento dos conteúdos no decorrer da aplicação, principalmente por se levar em conta o conhecimento prévio desses estudantes e por serem abordados temas polêmicos. Por meio das atividades de sistematização, identificou-se, também, uma evolução progressiva no raciocínio lógico, maior interação entre colegas.

O uso de diversas estratégias didáticas como as soluções-problema, atividades experimentais, as pesquisas para elaboração da empresa extrativista contribuíram para a viabilidade da proposta pois despertaram maior interesse e participação dos estudantes durante a aplicação da sequência didática.

Em termos mais abrangentes, o material de apoio na forma de apostila decorrente da aplicação dessa sequência didática estará disponível aos professores. Reitera-se que o intuito desse material é auxiliar o trabalho do professor no ensino dos conteúdos de soluções e oxirredução. Assim, as estratégias contidas nesse material constituem sugestões para uso em sala de aula. Diante de sua realidade escolar, o professor pode e deve adequar as estratégias de acordo com seu ambiente escolar.

O professor fica livre para adaptar outros materiais relacionados ao conteúdo de soluções e oxirredução, ampliando estratégias didáticas que permitam o interesse e o envolvimento dos estudantes nas aulas de Química. Destaca-se a importância de se considerar os conhecimentos prévios dos estudantes na seleção desses materiais, o que facilita a participação dos estudantes.

Ao finalizar este trabalho, muitos desafios foram superados, pois inicialmente os estudantes estavam resistentes quanto a essa metodologia e, além disso, a turma em que houve a aplicação da UEPS não pertencia à pesquisadora, o que dificultava a cobrança. No entanto, no decorrer dos encontros, os estudantes habituaram-se com a professora pesquisadora e tornaram-se mais interessados, participativos e cooperativos com o professor e os colegas, demonstrando evolução na aprendizagem através de suas falas. Nesse sentido, surgem novas expectativas que se mostram favoráveis em trabalhos futuros, sobretudo com turmas maiores, quanto à elaboração de novas sequências didáticas, utilizando outros conteúdos, novos assuntos com enfoque CTS à luz dos aportes teórico-metodológicos estudados.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, Luana Carla Zanelato. *Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de Reações Químicas*. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.
- ANTUNES, Murilo Tissoni. *Ser Protagonista: Química, 2º ano Ensino Médio*. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.
- AULER, Décio. Enfoque ciência-tecnologia sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Revista Ciência e Ensino*, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007.
- BATINGA, Verônica Tavares Santos; TEIXEIRA, Francimar Martins. O que pensam os professores de Química do ensino médio sobre o conceito de problema e exercício. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABRAPEC, 2009. p. 1-12.
- BAZZO, Walter Antonio. *Ciência, tecnologia e sociedade: o contexto da educação tecnológica*. 5. ed. Florianópolis: UFSC, 2015.
- BERNARDI, Francisco. *Escola Estadual de Ensino Médio Anchieta: trinta anos de história*. Passo Fundo: Ed. Berthier, 2009.
- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 2010.
- BORGES, Camila de Oliveira et al. Vantagens da utilização do ensino CTSA aplicado às atividades extraclasse. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010, Brasília. *Anais...* Brasília: SBQ, 2010. p. 1-10.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; ALMEIDA, Helber Rangel Formiga Leite; GRACIAS, Telma Aparecida de Souza. *Pesquisa em ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais para Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias (PCN+)*, Brasília, 2002.
- CAVALCANTI, Kaiza Martins Porto de Hollanda; SPRINGER, Marcia Val; BRAGA, Marco. Atividades experimentais em Química através da metodologia da resolução de problemas. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9, 2013, Girona. *Anais...* Girona: Revista Enseñanza de las Ciencias, 2013. p. 759-763.
- COSTA, Rafael de Oliveira; MELO, Isis Leal; MARCELINO, Valeria de Souza. Radioatividade em aulas de Química: uma abordagem CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABQ, 2016. p. 1-10.

GIL, Carlos Antonio. *Métodos e técnicas de pesquisa em ciência social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONDIN, Maria Stela da Costa; SANTOS, Wilson L. Pereira. CTS e ensino de Química: um olhar do que tem sido feito com perspectiva para o futuro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABQ, 2016. p. 1-12.

LISBOA, Julio Cezar Foschini et al. *Ser Protagonista: Química, 2º ano Ensino Médio*. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

LOCATELLI, Aline; SANTOS, Karine de Freitas dos; ZOCH, Alana Neto. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de Química Orgânica, abordando a temática dos agrotóxicos. *Areté - Revista Amazônica de Ciências*, v. 9, n. 18, p. 173-181, maio 2017.

MALDANER, Otávio Aloisio. *A formação inicial e continuada de professores de Química: Professor/Pesquisador*. 2. ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2013.

\_\_\_\_\_; RITTER, Jaqueline. CTS na situação de estudo: desenvolvimento de currículo e formação de professores. *Revista Praxis & Saber*, v. 6, n. 11, p. 195-214, 2014.

MEDEIROS, Denise Rosa; GOI, Mara Elisângela Jape. Metodologia de resolução de problemas: uma revisão de literatura. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, Mossoró, v. 4, n. 11, jun. 2018.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. *O que é afinal aprendizagem significativa?* Laguna, Espanha, 2012.

\_\_\_\_\_. *Aprendizagem significativa crítica: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2011.

\_\_\_\_\_. *Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1999. Disponível em: <<https://bit.ly/2DCWE3g>>. Acesso em: 25 set. 2018.

\_\_\_\_\_. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de Ciências: a teoria da aprendizagem significativa*. Porto Alegre: 2009. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2018.

\_\_\_\_\_. *Unidades Potencialmente Significativas - UEPS*, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/2ztd8XA>>. Acesso em: 25 set. 2018.

\_\_\_\_\_. *Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa*, 2012. Disponível em: <<https://moreira.if.ufrgs.br>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

MUNHOZ, Antonio Siensem. *Aprendizagem baseada em problemas: ferramentas de apoio ao docente no processo de ensino aprendizagem*. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

NOVAIS, Vera Lúcia Duarte; ANTUNES, Murilo Tissoni. *Vivá: Química - volume 2 - Ensino Médio*. Curitiba: Positivo, 2016.

PIFFERO, Elaine de Lourdes Fontana. *Uma unidade de ensino potencialmente significativa para ensinar fontes de energia*. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2017.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

REIS, Pedro Guilherme Rocha dos. *Controvérsias sociocientíficas: discutir ou não discutir: Percursos da aprendizagem da disciplina de Ciências da terra e da vida*. 2004. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.

SANTANA, Iany Silva de. *Elaboração de uma unidade de ensino potencialmente significativa em Química para abordar a temática água*. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SANTOS, Karine de Freitas dos. *O ensino do conteúdo de soluções Químicas sob a perspectiva da educação no campo com enfoque em agroecologia*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

SANTOS, Wildson Luís Pereira dos, AULER, Décio. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

\_\_\_\_\_; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

\_\_\_\_\_. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 9, n. 17, p. 49-62, jul. 2012.

SANTOS, Thais Priscila Bahia dos; PESSOA, Wilton Rabello. O Processo de Ferrugem como Tema de Investigação na Formação de Professores para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABRAPEC, 2017. p. 1-8.

SILVA, Dayse Pereira da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; AKAHOSHI, Luciane Hiromi. Planejamento de atividades experimentais investigativas e a proposição de questões por um grupo de professores de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. *Anais...* Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-12.

SOARES, Elis Cristina de Araújo; FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. A resolução de problemas e exercícios na formação de professores de Química. *Redequim - Revista Debates de Ensino de Química*, v. 2, n. 1, p. 41-52, 2016.

SOUZA, Carla Cristina Nunes de et al. Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de gases numa perspectiva CTSA. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 4, 2014, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: UFPB, 2014. p. 1-2.

TRENTO, Elisandra; BACEGA, Taiane; LOCATELLI, Aline. Proposta didática para ensino dos conteúdos de modelo atômico, tabela periódica e propriedades periódicas por meio da teoria do Big Bang e das reações nucleares. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 4, 2017, Santo Ângelo. *Anais...* Santo Ângelo: URI, 2017. p. 1-10.

ZABALZA, Miguel A. *Diários de aula*: instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre: Artmed, 2004.

**APÊNDICE A – Autorização da escola****OFÍCIO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA**

Por este instrumento, a Escola Estadual de Ensino Médio Anchieta, com sede na Rua Anchieta, 335, Centro, na cidade de Marau, autoriza a professora Elisandra Trento, discente do Programa de Pós-Graduação da Universidade de Passo Fundo, a desenvolver a pesquisa intitulada “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com Enfoque CTS para abordar o tema da Extração Mineral”, no segundo ano do ensino médio. A pesquisa é orientada pela professora Dra. Aline Locatelli, que poderá ser contatada para quaisquer esclarecimentos sobre a realização da referida pesquisa, pelo telefone 3316 8363.

Os dados coletados com o desenvolvimento da pesquisa serão na forma de registro escrito em diário de bordo pelo pesquisador. Os alunos e a escola terão mantidos seus anonimatos, sendo a escola identificada como pertencente à rede municipal de ensino na cidade de Passo Fundo, RS.

Marau, 2 de maio de 2018

---

## APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa referente ao ensino de Química na educação básica, de responsabilidade da pesquisadora Elisandra Trento. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo de ensino-aprendizagem em Química, especialmente na inserção de novas propostas didáticas no ensino médio. A atividade consiste em participar de uma intervenção didática composta por seis encontros. Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão registradas de forma escrita em caderno de notações. Os dados relacionados à identificação da escola, do processo formativo e outros não serão divulgados de forma individualizada, garantindo o sigilo e a confidencialidade das informações. Caso tenha qualquer dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável e orientadora do estudo, Dra. Aline Locatelli, pelo telefone (54) 3316 8347, ou com a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone 3316 8363.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

Informamos que este Termo, também assinado pelos pesquisadores responsáveis, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e outra com eles.

Passo Fundo, \_\_\_\_ de maio de 2018.

Nome do professor participante: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisador: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE C – Texto 1

### O DESASTRE DE MARIANA

Figure 1- Imagens desastre de Mariana



No dia 5 de novembro de 2015, a Barragem do Fundão, pertencente à Samarco Mineração S.A., localizada no município de Mariana, se rompeu. O barramento, classificado como classe III, de alto potencial de dano ambiental, era destinado a receber e armazenar o rejeito gerado pela atividade de beneficiamento de minério de ferro. Os danos ao meio ambiente foram inevitáveis. A lama de rejeitos devastou o Distrito de Bento Rodrigues, situado a cerca de 5 km abaixo da barragem, foi carregada até o Rio Gualaxo do Norte, a 55 km, desaguando no Rio do Carmo, atingindo em seguida o Rio Doce, afetando também o litoral do estado do Espírito Santo. No distrito de regência, situado no município de Linhares, localizado no Estado do Espírito Santo, os danos às Áreas de Preservação Permanente (APP) nas margens desses cursos d'água são incalculáveis, além dos prejuízos sociais econômicos a diversos proprietários rurais, povos indígenas e à população dos municípios mineiros e capixabas afetados pelo comprometimento da qualidade das águas e deposição de rejeitos.

Figure 2 - Imagens Google desastre de Mariana

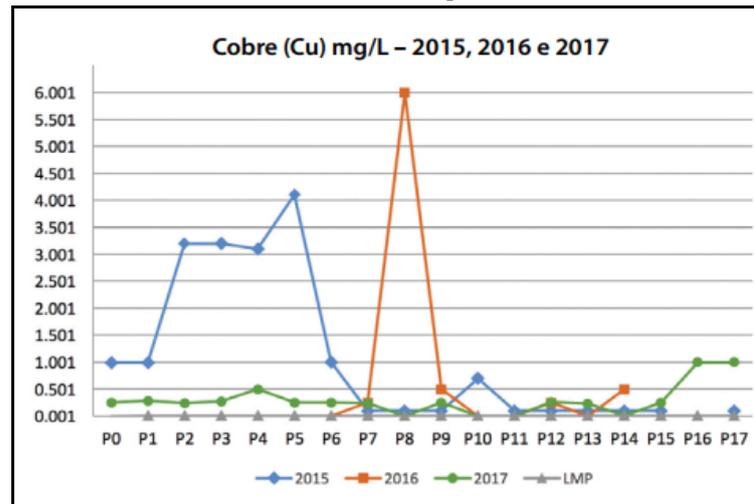


De acordo com a matéria do *Jornal Correio do Povo* de 16/12/2017, após dois anos do desastre, a lama que varreu a região fez com que poluentes que estavam estabilizados no fundo do rio Doce<sup>1</sup> subissem, piorando ainda mais as condições da água. Os íons dos metais: arsênio, chumbo, manganês, níquel, cromo e alumínio (substâncias danosas à saúde humana numa concentração mais elevada) passaram a ser encontrados nas coletas de pesquisadores. Esses elementos não faziam parte do que foi encontrado originalmente no rejeito da barragem. “Com a passagem da lama, que veio de uma vez com muita energia e grande volume, o movimento revolveu o fundo do leito do rio. É como se tivesse acordado um monstro”, explica o perito criminal federal Marcus Vinícius Andrade, que chefiou a equipe que fez a

<sup>1</sup> Fontes: *Manhaçu News*, 23 jul. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2nMK3zA>>. Acesso em: 16 ago. 2018. Notícia da Abema em 6 nov. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2OF6qlQ>>.

coleta de provas e coordenou os laudos da investigação. “Até hoje, em vários pontos, temos um nível alto de poluentes”. Segundo o relatório apresentado pelo SOS Mata Atlântica, publicado em 07/11/2017, é possível observar a concentração do íon cobre de acordo com o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Concentrações do íon cobre nos anos de 2015, 2016 e 2017 na Bacia do Rio Doce em diversos pontos



Fonte: Informativo do Rio Doce (2016).

Disponível em: <<https://bit.ly/2Bk7fPl>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

As concentrações de íons cobre na água estão em desconformidade para rios de classe 2, de acordo com a norma legal (Conama 357), que é de 0,009 mg L<sup>-1</sup>. Apenas em dois pontos de coleta, localizados em Perpetuo Socorro (P 10) e Governador Valadares (P 11), ambos no rio Doce, não foram constatados índices desse íon de metal.

De acordo com os dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) para o monitoramento das águas do rio Doce nas últimas campanhas de março de 2017, a extrapolação<sup>2</sup> aos limites de classe 2 de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n°1/2008 foram:

**Sólidos em suspensão totais:** em pelo menos uma das três campanhas de março/2017 houve violação do limite de classe 2 (100 mg L<sup>-1</sup>) no rio Gualaxo do Norte, rio do Carmo e no rio Doce em Rio Casca e Conselheiro Pena.

**Ferro dissolvido:** pelo menos em uma das três campanhas em março/2017 houve violação do limite de classe 2 nas estações de monitoramento, com exceção do rio Gualaxo do

<sup>2</sup> Fonte: O retrato da qualidade da água na bacia do rio Doce após dois anos do rompimento da barragem de Fundão de 07/11/2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2L1I5EC>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

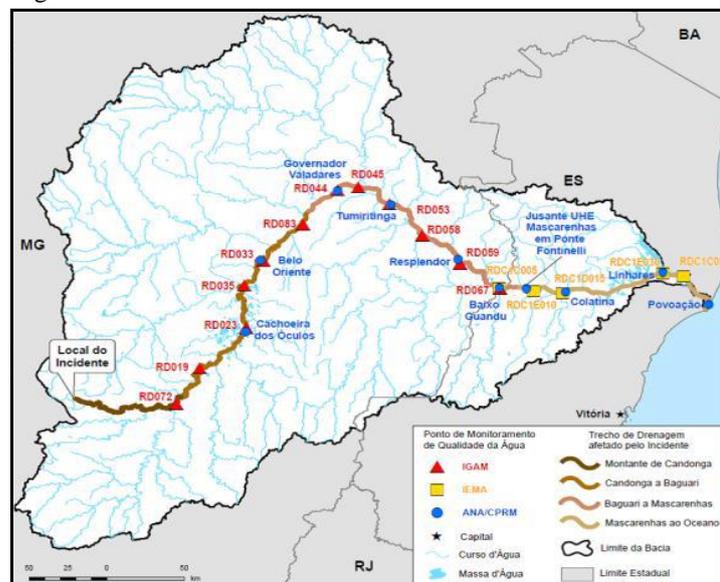
Norte e no rio Doce nos municípios de Rio Casca, Ipatinga e Belo Oriente, que ficaram abaixo do limite de classe 2 em todas as 3 campanhas.

**Manganês total:** nas últimas campanhas de março de 2017, houve violação do limite de classe 2 nas estações de monitoramento do rio Gualaxo do Norte, rio do Carmo e no rio Doce nos municípios de Rio Doce, Rio Casca, Ipatinga e Belo Oriente. Os íons de metais ferro e manganês no rio Doce já apresentam resultados abaixo do máximo histórico do monitoramento do IGAM. Sendo que o maior registro de íons ferro ocorreu em Aimorés em 24/01/2005 ( $2,02 \text{ mg L}^{-1} \text{ Fe}$ ) e de manganês no rio do Carmo em 17/01/2012 ( $1,65 \text{ mg L}^{-1} \text{ Mn}$ ).

❖ **Alumínio dissolvido:** nas três últimas campanhas de março de 2017 foram registradas violações no trecho entre Ipatinga e Aimorés, sendo estes valores próximos do limite de classe 2. Os valores mais elevados de concentração de íons alumínio ocorreram nas estações de Jusante Gov. Valadares –  $0,159 \text{ mg L}^{-1}$ , Resplendor –  $0,149 \text{ mg L}^{-1}$  e C. Pena –  $0,137 \text{ mg L}^{-1}$ . Observando que o limite de classe 2 para o parâmetro alumínio dissolvido é  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

No mapa abaixo, elucidado na Figura 3, são apresentadas as localizações das estações de monitoramento do IGAM/MG e do IEMA/ES ao longo do rio Doce.

Figura 1 - Informativo do Rio Doce



Fonte: Informativo do Rio Doce (2016).

Disponível em: <<https://bit.ly/2Bk7fPl>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

## APÊNDICE D – Atividade experimental demonstrativa

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL DEMONSTRATIVA

Após a leitura do texto, o professor pode realizar uma atividade experimental demonstrativa que servirá como organizador prévio para o entendimento dos conceitos de soluções (soluto, solvente, concentração). Para tal, o professor pode utilizar água e sal, ou também, por exemplo, suco de uva, laranja, etc. para formar uma solução colorida e despertar maior interesse nos estudantes. Como sugestão, o professor pode solicitar a um estudante voluntário para que faça a mistura da solução (soluto e solvente) e observe o que irá acontecer. Pode-se deixar livre para que o estudante coloque a quantidade que desejar de água, suco e observar. A Figura 4 ilustra exemplos de soluções preparadas com suco de uva.

Figura 1 - Soluções com suco de uva artificial



Fonte: A autora (2019).

## APÊNDICE E – Slides de apoio Soluções

### SLIDES DE APOIO

Slide 1

**Soluções**

Soluções são sistemas homogêneos formados pela mistura de duas ou mais substâncias e constituídas pelo soluto e solvente.

**Soluto:** que é o que se dissolve e se encontra em menor quantidade.

**Solvente:** é o componente em maior quantidade e dissolve o soluto.



Figura 6 - Disponível em: <<https://bit.ly/2wa6zGw>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

Slide 2

**AS SOLUÇÕES PODEM EXISTIR EM TRÊS ESTADOS FÍSICOS**

		
Solução sólida Exemplo: Latão – liga metálica formada por mistura de cobre e zinco	Solução líquida Exemplo: Álcool etílico – possui também uma quantidade de água misturada	Solução gasosa Exemplo: ar – o ar é uma mistura de gases, sendo que os principais são nitrogênio e oxigênio

Figura 5- Disponível em: Manual da Química- Soluções Químicas <<https://bit.ly/2OK71Tf>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

Fonte: Adaptado de NOVAIS, Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissoni. *Vivá: Química: volume 2: Ensino Médio/Vera Lúcia Duarte de Novais*. Curitiba: Positivo, 2016.

Slide 3

**2) Concentração das Soluções:**

Medir as coisas é muito importante, em nosso dia-a-dia, no comércio, na indústria e, principalmente, na ciência. Importante conhecer a quantidade de soluto existente em determinado volume de solução.

A relação entre a quantidade de soluto e a quantidade de solvente existente em uma solução é definida como: **concentração**.

**Ex.:** “Os metais ferro e manganês no rio Doce já apresentam resultados abaixo do máximo histórico do monitoramento do IGAM. Sendo que o maior registro de ferro ocorreu em Aimorés em 24/01/2005 (**2,02 mg L<sup>-1</sup> Fe**) e de manganês no rio do Carmo (RD071) em 17/01/2012 (**1,65 mg L<sup>-1</sup> Mn**)”. Texto 1: Desastre de Mariana

- Concentração de íons Ferro(III) na água do Rio Doce: **2,02 mg L<sup>-1</sup>**
- Concentração de íons Manganês(II) na água do Rio Doce: **1,65 mg L<sup>-1</sup>**

Fonte: Adaptado de Feltre. *Química v. 2 Físico-Química* (2004).

## Slide 4A - Resolução por regra de três

**Concentração em massa:**

A concentração em massa de um soluto é a relação entre a massa do soluto e o volume da solução. Podemos verificar uma forma de expressar concentração no exemplo do texto do desastre de Mariana.

a) “Os valores mais elevados ocorreram nas estações RD045, sendo que a concentração encontrada na análise de água realizada para o íon alumínio foi de 0,159 mg L<sup>-1</sup>”.

Vamos calcular a concentração de íons alumínio (III) presente em 0,7 litros de água do Rio Doce?

0,159 mg----- 1 L  
X----- 0,7 L

X= 0,1113 mg de íons alumínio (III) em 0,7 L de água do rio doce.

## Slide 4B - Resolução por fórmula

**Concentração em massa:**

A concentração em massa de um soluto é a relação entre a massa do soluto e o volume da solução. Podemos verificar uma forma de expressar concentração no exemplo do texto do desastre de Mariana.

a) “Os valores mais elevados ocorreram nas estações RD045, sendo que a concentração encontrada na análise de água realizada para o íon alumínio foi de 0,159 mg L<sup>-1</sup>”.

Vamos calcular a concentração de íons alumínio (III) presente em 0,7 litros de água do Rio Doce?

$$c = \frac{m}{v} =$$

$$0,159 = \frac{m}{0,7}$$

= 0,1113 mg de alumínio (III) em 0,7 L de água do rio doce.

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: Química: segundo ano: ensino médio, 2016, p. 17.

## Slide 5A- Resolução por regra de três

**Concentração em grama por Litro (g L<sup>-1</sup>)**

A concentração em g L<sup>-1</sup> indica a massa de soluto presente em cada unidade de volume de solução.

**Exemplo do texto 1:** “As concentrações de íons cobre na água estão em desconformidade para rios de classe 2, de acordo com a norma legal (Conama 357), que é de 0,009 mg L<sup>-1</sup>”.

Vamos transformar esta unidade de concentração que está em miligramas para gramas?

**Transformando mg em gramas**

$$g = \frac{m}{1000} = \frac{0,009}{1000} = 0,000009 \text{ g L}^{-1} \text{ de íons cobre}$$

## Slide 5 B- Resolução por fórmula

**Concentração em grama por Litro (g L<sup>-1</sup>)**

A concentração em g L<sup>-1</sup> indica a massa de soluto presente em cada unidade de volume de solução.

**Exemplo do texto 1:** “As concentrações de íons cobre na água estão em desconformidade para rios de classe 2, de acordo com a norma legal (Conama 357), que é de 0,009 mg L<sup>-1</sup>”.

Vamos transformar esta unidade de concentração que está em miligramas para gramas?

**Transformando mg em gramas**

1 g-----1000 mg

x g ----- 0,009 mg de íon cobre x = 0, 000009 g L<sup>-1</sup> de íons cobre

Fonte: Novais e Tissoni, Vivá: Química Ensino Médio vol. 2, 2016.

## Slide 6A - Resolução por regra de três

Concentração em mol L<sup>-1</sup>

Entende-se a concentração em mols por litro da solução como a quantidade em mols, do soluto existente em 1 litro de solução. Segundo o texto 1: “o maior registro de íons de ferro ocorreu em Aimorés em 24/01/2005 e a concentração encontrada na análise foi de: 2,02 mg L<sup>-1</sup>”. Calcule a concentração em mol L<sup>-1</sup> de íon ferro presentes em 600 mL de uma amostra coletada desta água do rio.

Calcular a massa de íons Fe(III):  $M(\text{Fe}^{3+}) = 58,46 \text{ g}$

1 g-----1000 mg	1L ---- 1000 mL
X-----2,02 mg	X ---- 600 mL
<b>X = 0,00202 g</b>	X = 0,6 L

1L ---- 0,00202 g
0,6 L ---- X
X = 0,001212 g L <sup>-1</sup>

1 mol ----- 58,46 g
X-----0,001212 g
X= 0,0000207 ou $2,07 \times 10^{-5}$ mols de íons Fe <sup>3+</sup>

## Slide 6B - resolução por fórmula

Concentração em mol L<sup>-1</sup>

Entende-se a concentração em mols por litro da solução como a quantidade em mols, do soluto existente em 1 litro de solução. Segundo o texto 1: “o maior registro de íons de ferro ocorreu em Aimorés em 24/01/2005 e a concentração encontrada na análise foi de: 2,02 mg L<sup>-1</sup>”. Calcule a concentração em mol L<sup>-1</sup> de íon ferro presentes em 600 mL de uma amostra coletada desta água do rio.

Calcular a massa de íons Fe(III):  $M(\text{Fe}^{3+}) = 58,46 \text{ g}$

1 g-----1000 mg	1L ---- 1000 mL
X-----2,02 mg	X ---- 600 mL
<b>X = 0,00202 g</b>	X = 0,6 L

1L ---- 0,00202 g
0,6 L ---- X
X = 0,001212 g L <sup>-1</sup>

n=concentração molar
m= massa do soluto
M= massa molar soluto

$n = \frac{m}{M} = \frac{0,001212}{58,46} = 0,0000207$
ou $2,07 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ de íons Fe <sup>3+</sup>

## Slide 7A - Resolução por regra de três

**Concentração em mol L<sup>-1</sup>**

2) Uma solução aquosa da água do Rio Doce com 100 mL de volume contém 20 g de NaCl(aq). Como proceder para expressar a concentração dessa solução mol L<sup>-1</sup>?

**Resolução:**

Calcular a massa molar de NaCl:

$$M(\text{NaCl}) = 23 + 35,46 = \mathbf{58,46 \text{ g}}$$

$$1 \text{ L} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ ----- } 100 \text{ mL}$$

$$X = 0,1 \text{ L}$$

$$0,1 \text{ L} \text{ ----- } 20 \text{ g NaCl}$$

$$1 \text{ L} \text{ ----- } X$$

$$X = 200 \text{ g de NaCl em 1 L de solução}$$

$$1 \text{ mol} \text{ ----- } 58,4 \text{ g L}^{-1}$$

$$X \text{ ----- } 200 \text{ g}$$

$$X = \mathbf{3,42 \text{ mol L}^{-1} \text{ de NaCl(aq)}}$$

## Slide 7B - Resolução por fórmula

**Concentração em mol L<sup>-1</sup>**

2) Uma solução aquosa da água do Rio Doce com 100 mL de volume contém 20 g de NaCl(aq). Como proceder para expressar a concentração dessa solução mol L<sup>-1</sup>?

**Resolução:**

Calcular a massa molar de NaCl:

$$M(\text{NaCl}) = 23 + 35,46 = \mathbf{58,46 \text{ g}}$$

$$1 \text{ L} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ ----- } 100 \text{ mL}$$

$$X = 0,1 \text{ L}$$

$$0,1 \text{ L} \text{ ----- } 20 \text{ g NaCl}$$

$$1 \text{ L} \text{ ----- } X$$

$$X = 200 \text{ g de NaCl em}$$

$$1 \text{ L de solução}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{200}{58,46} = \mathbf{3,42}$$

$$\mathbf{\text{mol L}^{-1} \text{ de NaCl(aq)}}$$

**APÊNDICE F – Atividades de sistematização****ATIVIDADES DE SISTEMATIZAÇÃO**

1. Ao dissolver 100 g de NaOH em 400 mL de água, obteve-se 410 mL de solução. A concentração em  $\text{g L}^{-1}$  dessa solução será igual a:
  - a) 0,2439  $\text{g L}^{-1}$ .
  - b) 0,25  $\text{g L}^{-1}$ .
  - c) 250  $\text{g L}^{-1}$ .
  - d) 243,90  $\text{g L}^{-1}$ .
  - e) 4,0  $\text{g L}^{-1}$ .
2. Dissolveu-se 20 g de sal de cozinha, NaCl, em água. Qual será o volume da solução, sabendo-se que a sua concentração é de 0,05  $\text{g L}^{-1}$ ?
  - a) 400 L.
  - b) 0,0025 L.
  - c) 1,0 L.
  - d) 0,25 L.
  - e) 410 L.
3. Calcule a concentração, em  $\text{mg L}^{-1}$ , de uma solução aquosa de cloreto férrico,  $\text{FeCl}_{3(\text{aq})}$ , que contém 30 g de sal em 400 mL de solução.
4. (UFRGS-RS) Um aditivo para radiadores de automóveis é composto de uma solução aquosa de etilenoglicol. Sabendo que em um frasco de 500 mL dessa solução existem cerca de 5 mols de etilenoglicol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ), calcular a concentração comum dessa solução, em  $\text{g L}^{-1}$ .
5. Calcule a concentração em  $\text{mol L}^{-1}$  (quantidade de matéria) de uma solução que foi preparada dissolvendo-se 18 gramas de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) em água, suficientes para produzir 1 litro da solução.
6. Nas três últimas campanhas de março de 2017 foram registradas violações no trecho entre Ipatinga e Aimorés, sendo estes valores próximos do limite de classe 2. Observando que o limite de classe 2 para o parâmetro íon alumínio (III) dissolvido é 0,1  $\text{mg L}^{-1}$ , verifique no texto 1 quais as estações estão acima do limite e a concentração do íon alumínio encontrado nas mesmas. Justifique sua resposta (Fonte: autora, 2018).

## APÊNDICE G – Texto 2

### DECRETO REACENDE DEBATE SOBRE EXPLORAÇÃO MINERAL NO AMAZONAS

Figura 1 - Floresta Amazônica.



Na semana em que a atenção do mundo se voltou para a Reserva Nacional do Cobre e Associados (Renca), entre os estados do Pará e Amapá, por causa da autorização do Governo Federal para a exploração mineral na área (o que foi revogado temporariamente), especialistas alertam para a atividade no Amazonas, onde há uma das maiores faixas contínuas de

floresta tropical do planeta. Só este ano, 93 pedidos de exploração de minérios foram protocolados na Superintendência do Departamento Nacional de Produção Mineral no Estado (DNPM/AM).

A preocupação é porque a atividade minerária, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento econômico, também é altamente agressiva ao meio ambiente, principalmente quando não são adotadas as medidas de conservação. A mineração, inclusive, é uma das propostas fomentada pela nova Matriz Econômica Ambiental do Amazonas, que garante a exploração das riquezas naturais de forma sustentável. Isso porque o Estado concentra jazidas de vários minérios, alguns raros como o nióbio, fundamental para a indústria de alta tecnologia. A columbita-tantalita e o pirocloro, que para efeitos de simplificação utiliza-se a terminologia Química ( $Nb_2O_5$ ) são as principais fontes de nióbio no Brasil e no mundo<sup>1</sup>.

A reserva de nióbio, em questão, fica na região dos seis lagos no interior do município de São Gabriel da Cachoeira (a 852 quilômetros de Manaus). De acordo com o relatório do Polo Mineral do Amazonas, divulgado em 2014, a área concentra mais de 81,4 milhões de toneladas de nióbio.

---

<sup>1</sup> Fonte: Gente de opinião-Mudanças climáticas no Marajó, de 5 ago. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2N3zqn3>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

Entretanto, há diversas concessões para a exploração da substância mineral em Caulim no interior do município de Manaus, e Silvinita (produção de Potássio) em Autazes e Nova Olinda do Norte (a 113 e 135 quilômetros da capital, respectivamente). Porém, por razões técnicas e econômicas, o beneficiamento dos minérios ainda não se iniciou. As reservas de Caulim em Maués e Rio Preto da Eva somam mais de 3,4 bilhões de toneladas, enquanto a de Potássio chega a pouco mais de 1,1 bilhão de toneladas, conforme dados do relatório do Polo Mineral do Amazonas.

### **Impactos e alternativas à atividade**

O chefe de fiscalização do DNPM/AM, Valério Grandó, disse que o impacto que as minerações provocam no Estado do Amazonas são locais, ficam restritos a supressão da vegetação no local da mina, nas estradas e instalações industriais (escritório, britagem, refeitórios, alojamentos, etc). “Algumas delas possuem barragem de rejeito, que não são tóxicos, apenas água e lama. Estas barragens estão sendo monitoradas e são fiscalizadas pelo DNPM periodicamente”.

Entretanto, não se vê esse procedimento no Amazonas e muito menos no Brasil. “O maior exemplo foi Mariana, seguido de outros como Carajás. A visão da exploração mineral no país está com um atraso de pelo menos quatro décadas, que marcam o início da institucionalização das leis ambientais no País”, afirmou.

### **Alguns minérios explorados no Amazonas**

Figura 2 - Cassiterita



#### **Cassiterita**

Fórmula Química:  $\text{SnO}_2$ . Composição - Óxido de Estanho (78,7% de Sn e 21,3% de O). Um minério primário de íon estanho (IV) e concentrado de Columbita-Tantalita (um subproduto no beneficiamento do estanho, que tem valor agregado), no Complexo Mínero-Metalúrgico do Pitinga, em Presidente Figueiredo.

Fonte: Cristais aquários. Disponível em: <<https://bit.ly/2w5Y5B5>> Acesso em: 18 ago. 2018.

Figura 3 - Hematita



Fonte: Iquilibrium-Hematita. Disponível em: <<https://bit.ly/2N6DcMB>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

### Minério de Ferro

Os minérios de ferro são rochas a partir das quais pode ser obtido ferro metálico de maneira economicamente viável. O íon ferro encontra-se geralmente sob a forma de óxidos, como a magnetita e a hematita ou ainda como um carbonato, a siderita.

A Magnetita é um mineral magnético formado pelos óxidos de ferro (II) e (III), cuja Fórmula Química é  $Fe_3O_4(s)$ . A magnetita apresenta na sua composição, aproximadamente, 69% de FeO e 31% de  $Fe_2O_3$  ou 72,4% de ferro e 26,7% de oxigênio.

Na indústria a obtenção de metais ocorre principalmente a partir dos minerais envolvendo os processos de oxidação e redução.

Fonte do texto: Adaptado de A crítica – Decreto de Michel Temer reacende debate sobre exploração mineral no Amazonas, de 4 set. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2nULrjQ>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

## APÊNDICE H – Atividade Experimental

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Colocar sobre a bancada do laboratório água sanitária, bombril e os tubos de ensaio. A seguir, solicitar para que organizem seus experimentos utilizando água sanitária, bombril e o tubo de ensaio. Questionar os estudantes sobre o que eles esperam que irá acontecer.

#### Material a ser entregue aos estudantes:

Atividade experimental:

- Descreva os materiais utilizados e como você fez o experimento.
- Que mudanças ocorreram nos materiais após o experimento? Era o que você esperava? E por que você acredita que isso ocorreu?
- Onde é possível perceber esse fenômeno no nosso dia a dia e como pode ser evitado?
- Agora escreva a representação da Equação Química da reação.
- Determinar o Nox (número de oxidação) de cada átomo presente na representação da equação da Reação Química:

#### Completar:

\_\_\_\_\_ : **perde elétrons**: sofre oxidação: agente \_\_\_\_\_

**Cl<sup>-</sup>**: \_\_\_\_\_ **elétrons**: sofre \_\_\_\_\_: agente oxidante

Átomos no estado elementar, o Nox será: \_\_\_\_\_

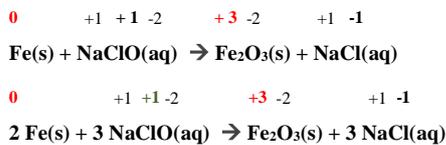
## APÊNDICE I – Slides de apoio

### SLIDES DE APOIO

Slide 8

#### Discussão dos Resultados da Atividade Experimental:

Sabe-se que a palha de aço é praticamente ferro [Fe(s)] e a água sanitária uma solução de hipoclorito de sódio [NaClO(aq)]. **Ocorrerá a formação da ferrugem na palha de aço.**



**Fe: perde elétrons:** sofre oxidação:  
agente redutor  
**Cl: ganha elétrons:** sofre redução:  
agente oxidante

Uma reação de **oxirredução** é caracterizada pela **transferência de elétrons** de uma espécie química, que sofre oxidação (agente redutor), para outra espécie, que sofre redução (agente oxidante). O número de oxidação permite a identificação de reações de oxirredução. A **diminuição do Nox** de um átomo presente em determinada espécie química indica sua **redução**, o **aumento do Nox** indica **oxidação**.

Fonte: Adaptado de Feltre, Química v. 2 Físico-Química, 2004.  
Lisboa, Ser Protagonista: Química: segundo ano: ensino médio, 2016.

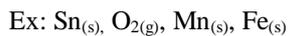
Slide 9

#### *Dicas para determinar o Nox de algumas substâncias?*

\* **Soma dos Nox de determinada espécie:** a soma dos Nox dos átomos que a constituem deve ser **igual a zero**.



\* **Nox das substâncias simples:** o Nox das substâncias simples é **zero**, pois, estão envolvidos apenas átomos de um mesmo elemento, não havendo diferença de eletronegatividade.



\* **Nox fixo nas substâncias compostas:** Alguns elementos metálicos apresentam sempre o mesmo Nox nos compostos iônicos que formam. Como é o caso:

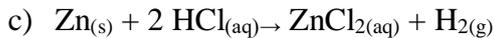
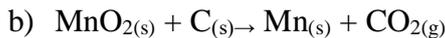
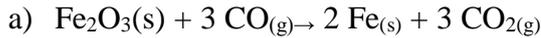
-Alcalinos: + 1 -Alcalinos terrosos: + 2 -Alumínio: + 3 -Zinco: + 2 -Prata: + 1

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: Química: segundo ano: ensino médio, 2016.

## APÊNDICE J – Atividades de Sistematização

### ATIVIDADES DE SISTEMATIZAÇÃO

1. Analise as equações seguintes, identifique o Nox de cada átomo de elemento químico, quem está oxidando, reduzindo, agente oxidante e o agente redutor.



Fonte: Mundo Educação. Disponível em: <<https://bit.ly/2X8U2zO>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

2. Considere as reações de oxirredução descritas e responda aos itens a seguir:

I. Zinco reage com solução aquosa de ácido clorídrico, formando cloreto de zinco e gás hidrogênio  $\text{H}_2(\text{g})$ .

II. Sódio, reage com água, formando hidróxido de sódio e gás hidrogênio.

a) Escreva as equações Químicas balanceadas que representam cada um dos processos.

b) Determine as variações de Nox das espécies envolvidas em cada uma das reações.

c) Indique os agentes oxidante e redutor em cada uma das equações.

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: Química: segundo ano: ensino médio, 2016.

3. A obtenção do metal ferro a partir da hematita é um processo que ocorre nos fornos siderúrgicos. O minério rico em óxido de ferro (III) é colocado em alto-forno, sendo adicionado carvão coque e gás oxigênio. Nas elevadas temperaturas do forno, o carvão reage com o oxigênio para gerar preferencialmente o monóxido de carbono. Posteriormente, o monóxido de carbono reage com o óxido de ferro (III), formando o metal ferro e o dióxido de carbono.

a) Equacione as duas reações que ocorrem no processo.

b) Identifique se as reações podem ser classificadas como de oxirredução. Em caso afirmativo, determine o agente oxidante e o agente redutor.

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: Química: segundo ano: ensino médio, 2016.

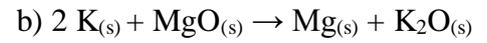
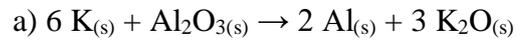
## APÊNDICE K – Situações-problema

### SITUAÇÕES-PROBLEMA

1. Com suspeita de contaminação na água do Arroio Castelhana em Venâncio Aires, foi coletada uma amostra em novembro de 2017. Para avaliação da contaminação, foi realizada análise do íon magnésio. Se o limite estabelecido na legislação é de  $15 \text{ g L}^{-1}$  de íons magnésio (II) e o valor encontrado na amostra de água foi de  $5 \text{ mol L}^{-1}$ . Verifique se o valor encontrado está dentro do limite estabelecido pela legislação. Justifique sua resposta.
2. No arroio dilúvio em Porto Alegre, foi coletada uma amostra de água, pois havia suspeita de contaminação pelo íon ferro. A legislação permite  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$  desse íon. Foi coletado 1 Litro de amostra, sendo que a mesma apresentou  $2,45 \text{ g L}^{-1}$  desse íon. Calcule o valor encontrado em  $\text{mg L}^{-1}$  e verifique se ela atende ao padrão estabelecido na legislação. Justifique sua resposta.
3. Foi coletado 1 L de solução da água do mar em Tramandaí em um balão volumétrico e essa solução continha  $0,82 \text{ g L}^{-1}$  de íon manganês (II). Foram transferidos 200 mL dessa solução para um béquer, qual será a concentração dessa solução? Se a legislação permite o valor de  $2 \text{ mg L}^{-1}$  desse íon. Identifique se a mesma atende a legislação?
4. De acordo com análises realizadas no Rio São Francisco em 12\2017 após o desastre de Mariana, foram encontrados os valores mais elevados nas estações RD049 de  $0,15 \text{ g L}^{-1} \text{ Al}^{3+}_{(\text{aq})}$ . Calcule a concentração em  $\text{mg L}^{-1}$  presente em 500 mL dessa solução.
5. O nióbio pode ser utilizado na produção do aço inoxidável, nas ligas supercondutoras usadas na fabricação de magnetos para tomógrafos de ressonância magnética. Encontra aplicação, da mesma forma, em cerâmicas eletrônicas, em lentes para câmeras, na indústria naval e na ferroviária para a fabricação dos “trens bala”. O minério de nióbio bruto é comprado no garimpo a 400 reais o quilograma.
6. Com base nessas informações, observe a reação de obtenção do nióbio e identifique o Nox das substâncias envolvidas. Quais substâncias sofreram oxidação e redução.  

$$3 \text{ Nb}_2\text{O}_{5(\text{s})} + 10 \text{ Al}_{(\text{s})} \rightarrow 6 \text{ Nb}_{(\text{s})} + 5 \text{ AlO}_{3(\text{s})}$$
7. Se você fosse proprietário de uma metalúrgica e produzisse materiais a partir do íon ferro (III). Em determinado momento, você observa que o material que estava no estoque apresentou ferrugem. Escreva a reação de formação da ferrugem e explique o que aconteceu nesse processo com o íon ferro.

8. No processo industrial, o metal potássio metálico pode ser utilizado nos processos de obtenção de alumínio ou magnésio metálicos. Observe as equações abaixo, identifique o Nox das substâncias envolvidas e os agentes redutores e oxidantes.



APÊNDICE L – Empresas Extrativistas desenvolvidas pelos estudantes

Quadro 1- Empresa extrativista Ferro Lux

**O que é feito o ferro?**

O ferro é um metal obtido em siderúrgicas por meio da fusão, um de seus minérios. Por meio dele é feita a liga de aço, que possui grande aplicação em nossa sociedade. O ferro é um elemento químico de número atômico igual a 26. Massa molar de 55,845 g/mol, ponto de fusão de 1535°C e ponto de ebulição de 2862°C.

**Com que o ferro é utilizado?**

É utilizado extensivamente para a produção de aço, liga metálica para a produção de ferramentas, máquinas, veículos de transporte (automóveis, navios...), como elemento estrutural de pontes, edifícios, e uma infinidade de outras aplicações.

**De onde é extraído o ferro?**

Extraído da matéria sob a forma de minério de ferro, mas para a produção de ferro fundido, que é através de processos de transformação. Ao passar por um processo chamado de redução, o metal é aquecido em um ambiente em que há presença de oxigênio, o que faz com que o metal oxidado seja transformado.

**A extração do ferro da rocha**

Deixe dizer quem encontrar a chamada gata. Aquela necessita separar a matéria útil, do que se pode considerar lixo, como terra e outros minerais, para isso, os minérios da rocha, necessitam ser separados para a produção.

É feito no forno com oxidação que não acontece na rocha, ou seja, os gases do ferro se acumulam longe da superfície, dizem transportar até a superfície.

Preparação do ferro: Quando se tem o minério de ferro, ele é reduzido, transformado em duas partes, a parte de ferro e a parte de escória. O restante é o que se quer, mas se uma parte da escória fragmenta de 1cm.

Preparação do ferro: Quando se tem o minério de ferro, ele é reduzido, transformado em duas partes, a parte de ferro e a parte de escória. O restante é o que se quer, mas se uma parte da escória fragmenta de 1cm.

Paras fazer: São injetados ali oxigênio de res. Transportado por cabos, e inicia o processo de transporte.

O ferro é feito através de um processo de redução. O ferro é obtido por meio de minérios, hematita (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), magnetita (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), entre outros. O processo básico da formação de um minério com o conteúdo de carbono (C) produzido pela combustão de coque.

**Taxa**

Comprador: Alessandro Hilbert  
 Valor da venda por quilo: R\$ 372 reais  
 Valor da venda por tonelada: R\$ 372 mil reais  
 Para que o ferro é utilizado: O ferro, naturalmente, é utilizado extensivamente para a produção de aço, liga metálica para a produção de ferramentas, máquinas, veículos de transporte (automóveis, navios, aviões entre outros), como elemento estrutural de pontes, edifícios, e uma infinidade de outras aplicações.  
 Cargo dentro da empresa: gerente. Nome da empresa: Andrieli: R\$ e Secretaria.  
 Empresa: Ferro Lux  
 CNPJ: 04.724.262/0003-05  
 Fone: 3342-7897  
 Endereço: Rua Guicá, Caixa Postal Jardim número 127

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Quadro 2 - Empresa extrativista: MHJ

D S T Q Q S S

Introdução:

Essa empresa irá usar o cobre para a fabricação de fios de energia que serão usados para a rede elétrica de domínios.

Processo:

- \* Esmagamento do metal;
- \* Afinação de minério;
- \* O cobre é transformado em cátodo de cobre puro por dois processos:
  - ↳ Lixiviação, que é feita por meio de uma solução de ácido que dá forma aos elementos contidos no sulfato de cobre
  - ↳ Refino eletrolítico: processo de tratamento deste minério em tanque de processo eletrolítico.
- \* Depois disso, a fundição do cobre recicla como sua mesma etapa quando ele é fundido novamente. Aqui, essas fases de fusão e purificação de cobre, não resultam em 99% de cobre puro.

D S T Q Q S S

Reação química:

O minério, depois de extraído, britado e moído, passa por um processo que permitirá, ao final, obter o cobre metálico. A salmoura ou calcostita (Cu<sub>2</sub>S), que tem em sua composição sulfeto (composto de enxofre), sofre aquecimento na presença de oxigênio, etapa denominada oxidação, e libera o cobre na forma simples. Aqui, o enxofre, preso ao cobre, une-se ao gás oxigênio formando o gás dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). Veja a representação da equação química:

$$\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$$

Setores de trabalho:

- \* Administrativo: planejamento estratégico e pela gestão das tarefas, coordenando e fiscalizando os demais setores.
- \* RH: controla os horários de entrada e saída dos trabalhadores, as horas extras e estabelece políticas para a retenção de talentos, dentre outras funções. Os funcionários trabalham 7 ou 8 horas por dia, com intervalo de uma hora para almoço ou jantar.

Pixão

Comprador: Alessandro Hubert

Valor da venda por quilo: R\$ 372 reais

Valor da venda por tonelada: R\$ 1.742 reais

Para que o ferro é utilizado: O ferro, atualmente, é utilizado extensivamente para a produção de aço, liga metálica para a produção de ferramentas, máquinas, veículos de transporte (automóveis, motos, ônibus entre outros), como elemento estrutural de pontes, edifícios, e uma infinidade de outras aplicações.

Carregos dentro da empresa: Juliana: Diretora da empresa  
Andréia: RH e Secretária.

Empresa: FerroDux

CNPJ: 04.724.262/0001-05

Fone: 3342-7897

Endereço: Rua Grécia, Bairro Silva Jardim, município de Foz de Iguaçu, Paraná.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Quadro 3 - Empresa extrativista: Mina Blaaunbank

<p>DADOS DA EMPRESA → MINA BLAAUNBANK</p> <p>Elemento Químico: Ouro Símbolo: Au</p> <p>Valor ao kg: R\$ 1.300,00 ao kg / R\$ 1900.000,00 a tonelada</p> <p>Direção: MATRIZ - Oficina de Au / FILIAL - Brasil</p> <p>CNPJ: 69.500.000/0748-11</p> <p>Parceiros: Diretoria executiva - NATANAEIZ Quilato de processos - Gabriel</p> <p style="text-align: center;">Mina Blaaunbank</p> <p>O ouro, muito conhecido por ser símbolo de riqueza, é um elemento químico metálico nobre, ou seja, dificilmente sofre oxidação. Seu número de massa atômica varia respectivamente 79 e 197 u. É, quando em estado oxidado (cátions de uma mistura de ácidos ou na presença de halogênios), apresenta <math>OR + 3</math> ou <math>+1</math>. Ótimo condutor de eletricidade e calor porém por inviabilidade econômica é praticamente inutilizado para esses fins.</p> <p>Em estado natural e nas condições ambiente, o ouro é sólido e apresenta coloração amarela metálica com muito brilho. É um metal nobre, o ouro é pouco reativo e sua principais compostos são: ácidos não espontâneos, como o <math>Au_2O_3</math>, o hidrato de ouro (<math>Au(OH)_3</math>) e os ácidos cloroauríco (<math>HAuCl_4</math>) e citrado por uma mistura de ácidos nítricos e clorídrico e se dilui em mercúrio.</p>	<p>O ouro está presente em toda a parte da natureza porém em concentrações ínfimas. Como exemplo estão as águas do mar que contém cerca de 1 kg de ouro a cada 8,3 bilhões de litros, ou ainda na crosta terrestre onde a concentração é de cerca de 1 kg de metal a cada 200 000 toneladas de massa sólida. Os grandes minas possuem concentração de 1 kg a cada 354 toneladas.</p> <p>Por ser tão raro, possui um alto valor comercial que está em constante mudança, já que possui preços cotados diariamente.</p> <p>As reservas mundiais de ouro são de cerca de 90 500 toneladas por ano. De acordo com as perspectivas de produção e consumo atuais, o ouro existente na Terra durará cerca de 2042, ou seja, pelos próximos 24 anos.</p> <p>O ouro é amplamente utilizado na confecção de joias, medalhas, circuitos eletrônicos, moedas e até o submetais e modificações químicas para se combater (em alguns casos) e quaternos refinados). Além de símbolo de ostentação, o ouro é utilizado no tratamento de cânceros, nos filmes de fotografia ou como revestimento de satélites por ser ótimo refletor de radiação infravermelha.</p> <p>Para a determinação de uma liga de ouro basta dividir sua classificação em quilates por 24 e multiplicar por 10.</p> <p>Não há nenhum responsável unânime pela descoberta do ouro, pois o mesmo é conhecido desde a Antiguidade existem evidências na Bíblia Sagrada e em hieroglifos escritos no Egito por volta de 2600 a. C.</p>
--	--

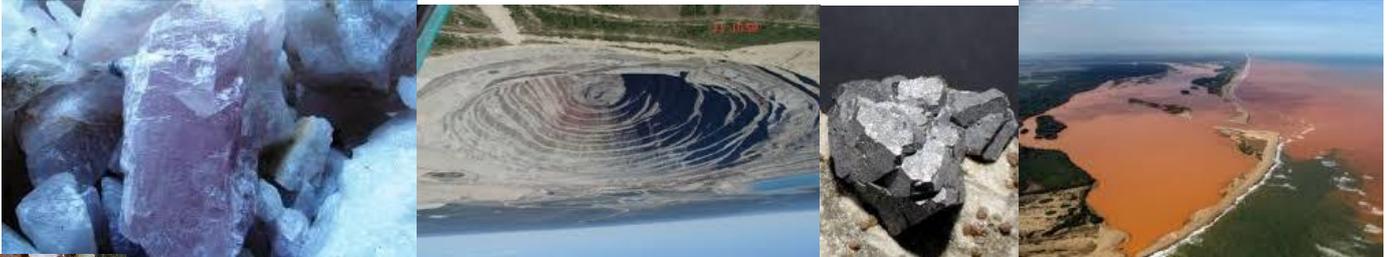
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

## PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional encontra-se disponível nos endereços:

<[http://docs.upf.br/download/ppgecm/Elisandra\\_PRODUTO.pdf](http://docs.upf.br/download/ppgecm/Elisandra_PRODUTO.pdf)>

<<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/432291>>



PRODUTO EDUCACIONAL

*ESTUDO DE SOLUÇÕES E  
OXIRREDUÇÃO POR MEIO DA  
EXTRAÇÃO MINERAL*

Elisandra Trento  
Aline Locatelli



**Banca Examinadora/Avaliadores**

Dra. Aline Locatelli, orientadora  
(Universidade de Passo Fundo - presidente)

Dr. Paulo Isaias Rossato Muraro  
(Instituto Federal Farroupilha- avaliador externo)

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa  
(Universidade de Passo Fundo – avaliador interno)

CIP – Catalogação na Publicação

---

T795u Trento, Elisandra

Unidade de ensino potencialmente significativa com enfoque CTS para abordar o tema da extração mineral [recurso eletrônico] / Elisandra Trento. – 2019.

1.2 Mb ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECEM).

Inclui bibliografia.  
ISSN 2595-3672.

Modo de acesso gratuito: <<http://www.upf.br/ppgecem>>.

Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECEM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. 3. Minas e recursos minerais. I. Locatelli, Aline, orientadora. II. Título.

CDU: 372.854

---

Catalogação: Bibliotecário Luís Diego Dias de S. da Silva – CRB 10/2241

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>A UEPS.....</b>	<b>4</b>
<b>1º Passo e 2º Passo – Tarefa inicial e Situação Problema Inicial .....</b>	<b>5</b>
<b>Texto 1: O desastre de Mariana .....</b>	<b>6</b>
<b>Atividade Experimental Demonstrativa .....</b>	<b>9</b>
<b>3º Passo - Aprofundamento do Conhecimento: .....</b>	<b>11</b>
<b>Atividades de Sistematização: .....</b>	<b>15</b>
<b>4º Passo - Nova Situação-Problema: .....</b>	<b>16</b>
<b>Texto 2 - Decreto reacende debate sobre exploração mineral no Amazonas.....</b>	<b>17</b>
<b>5º Passo - Aprofundamento dos Conhecimentos: .....</b>	<b>19</b>
<b>Estudando as Reações de Oxirredução: .....</b>	<b>19</b>
<b>Atividade Experimental: .....</b>	<b>19</b>
<b>Estudo das reações de oxirredução .....</b>	<b>20</b>
<b>Procedimento Experimental: .....</b>	<b>20</b>
<b>6º Passo - Diferenciação Progressiva: .....</b>	<b>24</b>
<b>Atividades de Sistematização: Situações Problema.....</b>	<b>25</b>
<b>7º Passo - Avaliação Emancipatória da UEPS: .....</b>	<b>26</b>
<b>8º Passo - Avaliação da própria UEPS pelo pesquisador: .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>29</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>30</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>31</b>

## APRESENTAÇÃO

O presente produto educacional consiste em um material de apoio a professores do ensino médio, referente à utilização da temática da “extração mineral”, para contextualização dos conteúdos de soluções e oxirredução para o ensino de Química, na segunda série do ensino médio. Tal material foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS, na linha de pesquisa Fundamentos Teórico-metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli.

A problemática que levou ao desenvolvimento deste produto educacional e da dissertação que está ligada a ele parte do entendimento de que o ensino de Química encontra-se, geralmente, descontextualizado e preso às formas tradicionais de ensino, oferecendo poucas alternativas para a apropriação significativa dos conceitos químicos.

Maldaner (2013) destaca a importância da abordagem de conhecimentos químicos por meios de situações de vivência do aluno, pois estas serão capazes de organizar o pensamento químico, facilitando o entendimento e evitando a memorização de conceitos, os quais são utilizados para a prova e, posteriormente, esquecidos.

Conforme Santos e Schnetzler (2010), o estímulo para entender e assimilar Química pode ser adquirido com a produção de uma intervenção didática com material potencialmente significativo que estabeleça conexão com as já existentes na estrutura cognitiva do estudante, denominado subsunçor, e o conhecimento recentemente adquirido explanado pelo professor, os quais produzirão um estudo potencialmente significativo.

Por essa razão, foi desenvolvida esta sequência didática com base nas premissas de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), justificando-se, consoante Maldaner (2013), por aproximar o conteúdo da realidade do estudante visando a tornar o ensino atrativo, prazeroso, estimulante, desafiador, diferenciando-se da forma tradicional.

Moreira (2006) define as UEPS como sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas à aprendizagem significativa, não mecânica, sendo que estas podem instigar a pesquisa aplicada em ensino, direcionada à sala de aula.

O autor sugere que a construção das UEPS ocorra por meio de oito passos, a saber: 1º) delimitar a situação inicial; 2º) contextualizar a situação-problema inicial; 3º) aprofundar os conhecimentos; 4º) criar uma nova situação-problema; 5º) aprofundar o conhecimento; 6º) criar situações para diferenciação progressiva; 7º) avaliação emancipatória; 8º) avaliação da própria UEPS pelo pesquisador (MOREIRA, 2006).

Destaca-se que o principal referencial teórico utilizado, na construção do presente produto educacional, foi a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, complementada com as contribuições de Marco Antonio Moreira por meio das UEPS. Na proposta, ainda, utilizou-se o enfoque CTS, como forma de contextualização, com base nas contribuições dos pesquisadores Santos e Auler (2011).

São denominadas de abordagem CTS para o Ensino das Ciências Naturais todas as propostas que defendem o uso do conhecimento científico para ação no contexto social. O princípio da educação nessa área é desenvolver pessoas cientificamente alfabetizadas que compreendam como a ciência, tecnologia e sociedade influenciam a tomada de decisões diárias dos indivíduos (SANTOS; AULER, 2011).

### A UEPS

Quanto à estrutura da UEPS, seguiram-se os passos elencados por Moreira (2006), os quais foram descritos anteriormente de forma resumida. Primeiramente, utilizou-se a temática da “extração mineral” como forma de contextualização dos conteúdos e conceitos químicos a serem trabalhados, a saber: soluções e suas unidades de concentração ( $\text{g L}^{-1}$  e  $\text{mol L}^{-1}$ ) e oxirredução. O Quadro 1 apresenta a descrição resumida dos passos da UEPS.

Quadro 1 - A UEPS resumida

Passos	Descrição da atividade	Encontros
1º Tarefa Inicial 2º Situação-problema inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leitura do texto 1</li> <li>• análise do texto 1</li> <li>• sondagem dos conhecimentos prévios</li> </ul>	2 encontros (4 P*)
3º Aprofundamento dos conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• organizador prévio (atividade experimental)</li> <li>• trabalhando o conceitos de soluções</li> <li>• resolução de atividades em grupos</li> </ul>	1 encontro (2 P)
4º Nova situação-problema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leitura do texto 2</li> </ul>	1 encontro (1 P)
5º Aprofundamento do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• trabalhado o conteúdo de oxirredução</li> <li>• atividade experimental</li> </ul>	1 encontro (2 P)
6º Diferenciação progressiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• resolução de situações-problema</li> </ul>	1 encontro (1 P)
7º Avaliação emancipatória da UEPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pesquisa sobre extração mineral</li> <li>• criação e apresentação da empresa extrativista</li> </ul>	1 encontro (2 P)
8º Avaliação da UEPS pelo pesquisador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• análise do diário do bordo pelo pesquisador</li> </ul>	-----

\*(Períodos) Tempo de cada período: 45 minutos. Fonte: autora, 2018.

A seguir apresenta-se o detalhamento de cada atividade em cada um dos passos da UEPS.

## 1º Passo e 2º Passo – Tarefa inicial e Situação Problema Inicial

**1º período:** Poderá ser trabalhado o Texto 1 que envolve questões sobre as consequências ambientais do Acidente de Mariana ocorrido em 2015 no estado de Minas Gerais. O material apresenta linguagem científica que se relaciona com o conteúdo a ser trabalhado (soluções e suas formas de representação).

Sugere-se ao professor que solicite aos estudantes que façam a leitura individual do texto e em seguida deverão retornar a leitura sublinhando e destacando no texto conceitos que eles julguem ser referentes aos conceitos de soluções. Por fim, o professor fará a releitura e análise deste texto, junto aos estudantes, destacando os conceitos que surgiram no decorrer da leitura chamando a atenção para os conceitos que serão importantes para o desenvolvimento do conteúdo de soluções. O texto 1 contém termos científicos relacionados ao conteúdo de soluções. Essa atividade objetiva também sondar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o referido conteúdo bem como trabalhar o enfoque CTS a partir da abordagem temática: extração mineral provocando nos estudantes uma reflexão acerca dos problemas ambientais que podem ocorrer decorrentes do mau uso das tecnologias. Este texto faz parte de um dos primeiros passos da UEPS de Moreira (2006), situação problema inicial. No quadro 01 a seguir pode-se observar as contribuições do autor referente a situações-problema.

### Quadro 2 - Situação-Problema

Para Moreira (2006), o objetivo da construção de uma UEPS é desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa. Entre os passos da UEPS, destacam-se situações-problema.

1. Situações-problema: Em caráter introdutório, propor situações-problema, partindo-se do conhecimento prévio dos estudantes de forma a facilitar a introdução do conteúdo que será trabalhado e contribuir no organizador prévio. Podem ser utilizados diversos recursos para situação inicial que levem o estudante a externalizar o conhecimento sobre o assunto, dentre eles: simulações computacionais, demonstrações, vídeos, situações cotidianas, da matéria em estudo, veiculados pela mídia, de fácil

Fonte: Moreira, 2006.

### Texto 1: O desastre de Mariana

Figura 01- Imagens desastre de Mariana



No dia 05 de novembro de 2015, a Barragem do Fundão, pertencente à Samarco Mineração S.A., localizada no município de Mariana, se rompeu. O barramento, classificado como classe III, de alto potencial de dano ambiental, era destinado a receber e armazenar o rejeito gerado pela atividade de beneficiamento de minério de ferro. Os danos ao meio ambiente foram inevitáveis. A lama

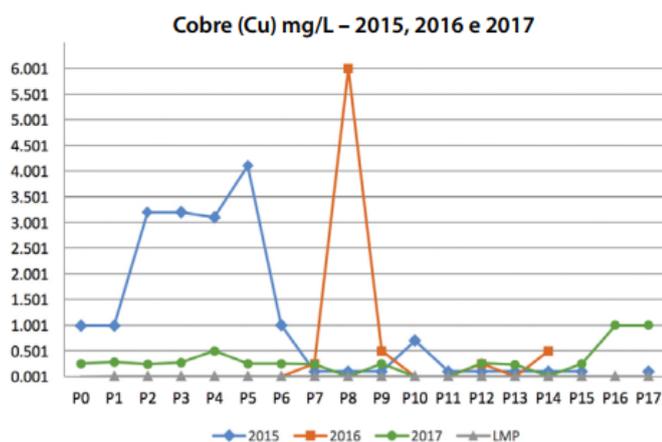
de rejeitos devastou o Distrito de Bento Rodrigues, situado a cerca de 5 km abaixo da barragem, foi carregada até o Rio Gualaxo do Norte, a 55 km, desaguando no Rio do Carmo, atingindo em seguida o Rio Doce, afetando também o litoral do estado do Espírito Santo. No distrito de regência, situado no município de Linhares, localizado no Estado do Espírito Santo, os danos às Áreas de Preservação Permanente (APP) nas margens destes cursos d'água são incalculáveis, além dos prejuízos sociais econômicos a diversos proprietários rurais, povos indígenas e à população dos municípios mineiros e capixabas afetados pelo comprometimento da qualidade das águas e deposição de rejeitos. De acordo com a matéria do Jornal Correio do Povo de

Figura 02- Imagens Google desastre de Mariana



16/12/2017, após dois anos do desastre, lama que varreu a região fez com que poluentes que estavam estabilizados no fundo do rio Doce subissem, piorando ainda mais as condições da água. Os íons dos metais: arsênio, chumbo, manganês, níquel, cromo e alumínio (substâncias danosas à saúde humana em uma concentração mais elevada) passaram a ser encontrados nas coletas de pesquisadores. Esses elementos não faziam parte do que foi encontrado originalmente no rejeito da barragem. “Com a passagem da lama, que veio de uma vez com muita energia e grande volume, o movimento revolveu o fundo do leito do rio. É como se tivesse acordado um monstro”, explica o perito criminal federal Marcus Vinícius Andrade, que chefiou a equipe que fez a coleta de provas e coordenou os laudos da investigação. “Até hoje, em vários pontos, temos um nível alto de poluentes”. Segundo o relatório apresentado pelo SOS Mata Atlântica publicado em 07/11/2017 é possível observar a concentração do íon cobre de acordo com o gráfico 1.

Gráfico 1 - Concentrações do íon cobre nos anos de 2015, 2016 e 2017 na Bacia do Rio Doce em Minas Gerais em diversos pontos.



As concentrações de íons cobre na água estão em desconformidade para rios de classe 2, de acordo com a norma legal (Conama 357), que é de  $0,009 \text{ mg L}^{-1}$ . Apenas em dois pontos de coleta, localizados em Perpetuo Socorro (P 10) e Governador Valadares (P 11), ambos no rio Doce, não foram constatados índices desse íon de metal.

De acordo com os dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM para o monitoramento das águas do rio Doce nas últimas campanhas de março de 2017, a extrapolação aos limites de classe 2 de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº1/2008 foram:

- **Sólidos em suspensão totais:** em pelo menos uma das três campanhas de março/2017 houve violação do limite de classe 2 ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) no rio Gualaxo do Norte, rio do Carmo e no rio Doce em Rio Casca e Conselheiro Pena.

- **Ferro dissolvido:** pelo menos em uma das três campanhas em março/2017 houve violação do limite de classe 2 nas estações de monitoramento, com exceção do rio Gualaxo do Norte e no rio Doce nos municípios de Rio Casca, Ipatinga e Belo Oriente, que ficaram abaixo do limite de classe 2 em todas as 3 campanhas.

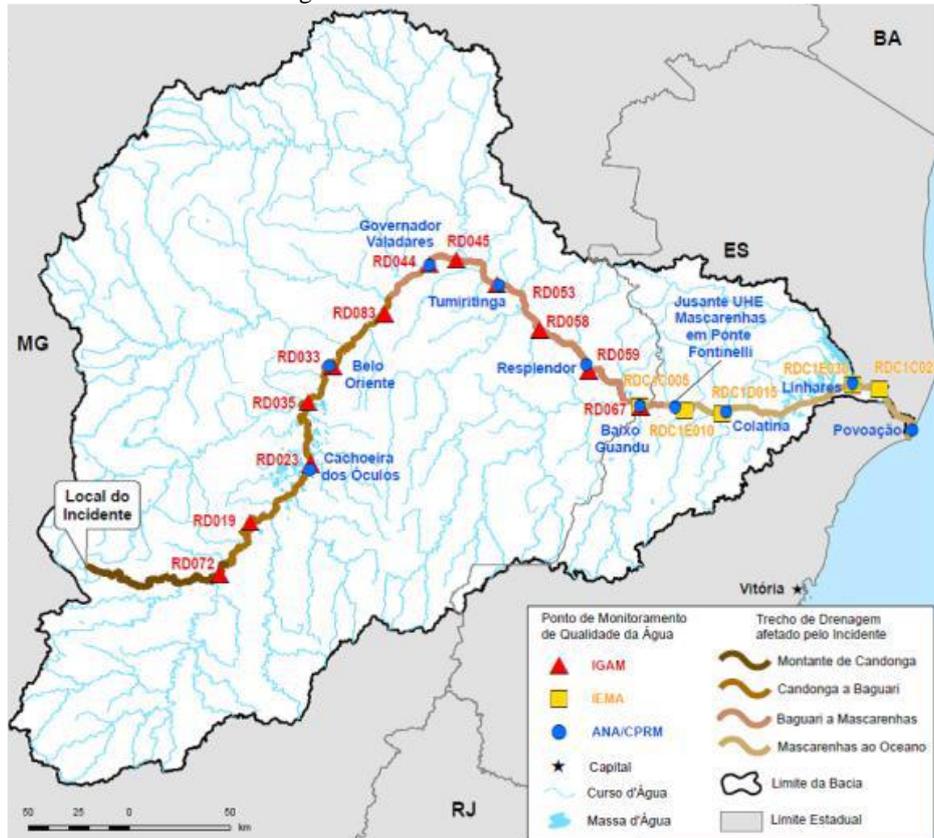
- **Manganês total:** nas últimas campanhas de março de 2017, houve violação do limite de classe 2 nas estações de monitoramento do rio Gualaxo do Norte, rio do Carmo e no rio Doce nos municípios de Rio Doce, Rio Casca, Ipatinga e Belo Oriente. Os íons de metais ferro e manganês no rio Doce já apresentam resultados abaixo do máximo histórico do monitoramento do IGAM. Sendo que o maior registro de íons ferro ocorreu em Aimorés em 24/01/2005 ( $2,02 \text{ mg L}^{-1} \text{ Fe}$ ) e de manganês no rio do Carmo em 17/01/2012 ( $1,65 \text{ mg L}^{-1} \text{ Mn}$ ).

❖ **Alumínio dissolvido:** nas três últimas campanhas de março de 2017 foram registradas violações no trecho entre Ipatinga e Aimorés, sendo estes valores próximos do limite de classe 2. Os valores

mais elevados de concentração de íons alumínio ocorreram nas estações de Jusante Gov. Valadares – 0,159 mg L<sup>-1</sup>, Resplendor – 0,149 mg L<sup>-1</sup> e C. Pena – 0,137 mg L<sup>-1</sup>. Observando que o limite de classe 2 para o parâmetro alumínio dissolvido é 0,1 mg L<sup>-1</sup>.

No mapa abaixo, elucidado na figura 4, são apresentadas as localizações das estações de monitoramento do IGAM/MG e do IEMA/ES ao longo do rio Doce.

Figura 4 - Informativo do Rio Doce



### Atividade Experimental Demonstrativa

Após a leitura do texto o professor poderá realizar uma atividade experimental demonstrativa que servirá como organizador prévio para o entendimento dos conceitos de soluções (soluto, solvente, concentração). Para tal o professor poderá utilizar água e sal, ou também, por exemplo, suco de uva, laranja, etc. para formar uma solução colorida e que poderá despertar maior interesse nos estudantes. Como sugestão, o professor poderá solicitar a um estudante voluntário para que faça a mistura da solução (soluto e solvente) e observem o que irá acontecer. Pode-se deixar livre para que o estudante coloque a quantidade que desejar de água, suco e observar. A figura 05 ilustra exemplos de soluções preparadas com suco de uva.

Figura 5 - Soluções com suco de uva artificial



Fonte: a autora, 2019.

**2º período:** O professor poderá introduzir o conteúdo de soluções através da aula expositiva dialogada com o uso de slides. A seguir apresenta-se a sugestão de conteúdo dos slides.

#### SLIDE 01

##### Soluções

Soluções são sistemas homogêneos formados pela mistura de duas ou mais substâncias e constituídas pelo **soluto e solvente**.

**Soluto:** que é o que se dissolve e se encontra em menor quantidade,

**Solvente:** é o componente em maior quantidade e dissolve o soluto.



Fonte: Novais e Antunes, 2016 (Adaptado).

O professor pode explicar sobre os estados físicos nos quais podem ser encontradas as soluções. O slide 02 auxilia na didática da explicação e resume os estados físicos existentes no mundo material além de apresentar exemplos.

## SLIDE 02

**AS SOLUÇÕES PODEM EXISTIR EM TRÊS ESTADOS FÍSICOS**

		
<p>Solução sólida Exemplo: Latão – liga metálica formada por mistura de cobre e zinc</p>	<p>Solução líquida Exemplo: Álcool etilico – possui também uma quantidade de água misturada</p>	<p>Solução gasosa Exemplo: ar – o ar é uma mistura de gases, sendo que os principais são nitrogênio e oxigênio</p>

## SLIDE 03

### 2) Concentração das Soluções:

Medir as coisas é muito importante- em nosso dia-a-dia, no comércio, na indústria e principalmente, na ciência. É importante conhecer a quantidade de soluto existente em um determinado volume de solução.

A relação entre a quantidade de soluto e a quantidade de solvente existente em uma solução é definida como: **concentração**.

**Ex:** “Os metais ferro e manganês no rio Doce já apresentam resultados abaixo do máximo histórico do monitoramento do IGAM. Sendo que o maior registro de ferro ocorreu em Aimorés em 24/01/2005 (**2,02 mg L<sup>-1</sup> Fe**) e de manganês no rio do Carmo (RD071) em 17/01/2012 (**1,65 mg L<sup>-1</sup> Mn**).”

Texto 1: Desastre de Mariana

### 3º Passo - Aprofundamento do Conhecimento:

Poderá ser trabalhada a conversão de unidades de concentração das soluções ( $\text{g L}^{-1}$ ,  $\text{mg L}^{-1}$ ,  $\text{mol L}^{-1}$ ). Explicar para os estudantes que a massa pode ser expressa também em mg. Calcular a quantidade de alumínio presente em 0,7 L da solução da água do Rio Doce. Contextualizar no quadro trabalhando regra de três para estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico. Além disso, poderá ser utilizada fórmula. A escolha do método ficará a cargo do professor. Na sequência são apresentados os dois métodos para resolução da questão slide: 4 (resolução por regra de três) -A e slide 4 B (resolução por fórmula).

#### SLIDE 04 A- Resolução por regra de três

##### Concentração em massa:

A concentração em massa de um soluto é a relação entre a massa do soluto e o volume da solução. Podemos verificar uma forma de expressar concentração no exemplo do texto do desastre de Mariana.

a) “Os valores mais elevados ocorreram nas estações RD045 sendo que a concentração encontrada na análise de água realizada para o íon alumínio foi de  $0,159 \text{ mg L}^{-1}$ ”.

Vamos calcular a concentração de íons alumínio (III) presente em 0,7 litros de água do Rio Doce?

$$0,159 \text{ mg} \text{-----} 1 \text{ L}$$

$$X \text{-----} 0,7 \text{ L}$$

$$X = 0,1113 \text{ mg de íons alumínio (III) em } 0,7 \text{ L de água do rio doce}$$

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: química: segundo ano: ensino médio, 2016, p. 17

#### SLIDE 04 B - Resolução por fórmula

##### Concentração em massa:

A concentração em massa de um soluto é a relação entre a massa do soluto e o volume da solução. Podemos verificar uma forma de expressar concentração no exemplo do texto do desastre de Mariana.

b) “Os valores mais elevados ocorreram nas estações RD045 sendo que a concentração encontrada na análise de água realizada para o íon alumínio foi de  $0,159 \text{ mg L}^{-1}$ ”.

Vamos calcular a concentração de íons alumínio (III) presente em 0,7 litros de água do Rio Doce?

$$c = \frac{m}{v} = 0,159 = \frac{m}{0,7} = 0,1113 \text{ mg de alumínio (III) em } 0,7 \text{ L de água do rio doce}$$

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: química: segundo ano: ensino médio, 2016, p.17.

### SLIDE 05 A - Resolução por regra de três

#### Concentração em grama por Litro ( $\text{g L}^{-1}$ )

A concentração em  $\text{g L}^{-1}$  indica a massa de soluto presente em cada unidade de volume de solução.

**Exemplo do texto 1:** “As concentrações de íons cobre na água estão em desconformidade para rios de classe 2, de acordo com a norma legal (Conama 357), que é de  $0,009 \text{ mg L}^{-1}$ ”.

Vamos transformar esta unidade de concentração que está em miligramas para gramas?

#### Transformando mg em gramas

1 g-----1000 mg

x g ----- 0,009 mg de íon cobre      x = 0, 000009  $\text{g L}^{-1}$  de íons cobre

Fonte: Novais e Tissoni, Vivá: Química Ensino Médio vol. 2, 2016.

### SLIDE 05 B - Resolução por fórmula

#### Concentração em grama por Litro ( $\text{g L}^{-1}$ )

A concentração em  $\text{g L}^{-1}$  indica a massa de soluto presente em cada unidade de volume de solução.

**Exemplo do texto 1:** “As concentrações de íons cobre na água estão em desconformidade para rios de classe 2, de acordo com a norma legal (Conama 357), que é de  $0,009 \text{ mg L}^{-1}$ ”.

Vamos transformar esta unidade de concentração que está em miligramas para gramas?

#### Transformando mg em gramas

$$g = \frac{m}{1000} = \frac{0,009}{1000} = 0,000009 \text{ g L}^{-1} \text{ de íons cobre}$$

### SLIDE 06 A - Resolução por regra de três

#### Concentração em mol L<sup>-1</sup>

Entende-se a concentração em mols por litro da solução como a quantidade em mols, do soluto existente em 1 litro de solução. Segundo o texto 1: “o maior registro de íons de ferro ocorreu em Aimorés em 24/01/2005 e a concentração encontrada na análise foi de: 2,02 mg L<sup>-1</sup>”. Calcule a concentração em mol L<sup>-1</sup> de íon ferro presentes em 600 mL de uma amostra coletada desta água do rio.

Calcular a massa de íons Fe(III):  $M(\text{Fe}^{3+}) = 58,46 \text{ g}$

1 g-----1000 mg
X-----2,02 mg
<b>X = 0,00202 g</b>

1 L-----1000 mL
X-----600 mL
X = 0,6 L

1L ----- 0,00202 g
0,6 L ----- X
X = 0,001212 g L <sup>-1</sup>

1 mol ----- 58,46 g
X-----0,001212 g
X= 0,0000207 ou $2,07 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ de íons Fe <sup>3+</sup>

### SLIDE 06 B - Resolução por fórmula

#### Concentração em mol L<sup>-1</sup>

Entende-se a concentração em mols por litro da solução como a quantidade em mols, do soluto existente em 1 litro de solução. Segundo o texto 1: “o maior registro de íons de ferro ocorreu em Aimorés em 24/01/2005 e a concentração encontrada na análise foi de: 2,02 mg L<sup>-1</sup>”. Calcule a concentração em mol L<sup>-1</sup> de íon ferro presentes em 600 mL de uma amostra coletada desta água do rio.

Calcular a massa de íons Fe(III):  $M(\text{Fe}^{3+}) = 58,46 \text{ g}$

1 g-----1000 mg
X-----2,02 mg
<b>X = 0,00202 g</b>

<b>n</b> = concentração molar
<b>m</b> = massa do soluto
<b>M</b> = massa molar soluto

1 L-----1000 mL	1L ----- 0,00202 g
X-----600 mL	0,6 L ----- X
X = 0,6 L	X = 0,001212 g L <sup>-1</sup>

**R:**  $n = \frac{m}{M} = \frac{0,001212}{58,46} = 0,0000207$  ou  $2,07 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$  de íons Fe<sup>3+</sup>

### SLIDE 07 A - Resolução por regra de três

#### Concentração em mol L<sup>-1</sup>

2) Uma solução aquosa da água do Rio Doce com 100 mL de volume contém 20 g de NaCl<sub>(aq)</sub>. Como proceder para expressar a concentração dessa solução mol L<sup>-1</sup>?

#### Resolução:

Calcular a massa molar (M) de NaCl:

$$M(\text{NaCl}) = 23 + 35,46 = 58,46 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ L} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ X \text{ ----- } 100 \text{ mL} \\ X = 0,1 \text{ L} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ L} \text{ ----- } 20 \text{ g NaCl} \\ 1 \text{ L} \text{ ----- } X \\ X = 200 \text{ g de NaCl em 1 L de solução} \end{array}$$

**R:**

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \text{ ----- } 58,4 \text{ g L}^{-1} \\ X \text{ ----- } 200 \text{ g} \\ X = 3,42 \text{ mol L}^{-1} \text{ de NaCl}_{(aq)} \end{array}$$

### SLIDE 07 B - Resolução por fórmula

#### Concentração em mol L<sup>-1</sup>

2) Uma solução aquosa da água do Rio Doce com 100 mL de volume contém 20 g de NaCl<sub>(aq)</sub>. Como proceder para expressar a concentração dessa solução mol L<sup>-1</sup>?

#### Resolução:

Calcular a massa molar (M) de NaCl:

$$M(\text{NaCl}) = 23 + 35,46 = 58,46 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ L} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ X \text{ ----- } 100 \text{ mL} \\ X = 0,1 \text{ L} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ L} \text{ ----- } 20 \text{ g NaCl} \\ 1 \text{ L} \text{ ----- } X \\ X = 200 \text{ g de NaCl em 1 L de solução} \end{array}$$

**R:**

$$n = \frac{m}{M} = \frac{200}{58,46} = 3,42 \text{ mol L}^{-1} \text{ de NaCl}_{(aq)}$$



As respostas para a próxima atividade você encontrará no Apêndice A.

**Atividades de Sistematização:**

Fonte: Atividades de 1 a 5: Mundo Educação: Disponível em: <https://bit.ly/2X8U2zO>. Acesso em 18/02/2019.

1) Ao dissolver 100 g de NaOH em 400 mL de água, obteve-se 410 mL de solução. A concentração em  $\text{g L}^{-1}$  dessa solução será igual a: a) 0,2439  $\text{L}^{-1}$ .

b) 0,25  $\text{g L}^{-1}$ .

c) 250  $\text{g L}^{-1}$ .

d) 243,90  $\text{g L}^{-1}$ .

e) 4,0  $\text{g L}^{-1}$ .

2) Dissolveu-se 20 g de sal de cozinha, NaCl, em água. Qual será o volume da solução, sabendo-se que a sua concentração é de 0,05  $\text{g L}^{-1}$ ?

a) 400 L.

b) 0,0025 L.

c) 1,0 L.

d) 0,25 L.

e) 410 L.

3) Calcule a concentração, em  $\text{mg L}^{-1}$ , de uma solução aquosa de cloreto férrico,  $\text{FeCl}_{3(\text{aq})}$ , que contém 30 g de sal em 400 mL de solução.

4) (UFRGS-RS) Um aditivo para radiadores de automóveis é composto de uma solução aquosa de etilenoglicol. Sabendo que em um frasco de 500 mL dessa solução existem cerca de 5 mols de etilenoglicol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ), calcular a concentração comum dessa solução, em  $\text{g L}^{-1}$ .

5) Calcule a concentração em  $\text{mol L}^{-1}$  (quantidade de matéria) de uma solução que foi preparada dissolvendo-se 18 gramas de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) em água, suficientes para produzir 1 litro da solução.

6) Nas três últimas campanhas de março de 2017 foram registradas violações no trecho entre Ipatinga e Aimorés, sendo estes valores próximos do limite de classe 2. Observando que o limite de classe 2 para o parâmetro íon alumínio (III) dissolvido é 0,1  $\text{mg L}^{-1}$ , verifique no texto 1 quais as estações estão acima do limite e a concentração do íon alumínio encontrado nas mesmas. Justifique sua resposta. (Fonte, autora, 2018).

#### 4º Passo - Nova Situação-Problema:

Aqui apresenta-se um segundo texto envolvendo extração mineral e consequências ambientais na Amazônia. Os estudantes poderão fazer uma primeira leitura e análise identificando e destacando os metais presentes no texto. O professor, após isso, poderá refazer a leitura com os estudantes auxiliando a identificar os metais e registrar no quadro os metais encontrados. O quadro 02 apresenta os metais e minerais encontrados no texto.

##### Quadro 02- Metais e minerais presentes no texto 02

cobre	nióbio	columbita-	tantalita	pirocloro	potássio
cassiterita	estanho	hematita	magnetita	estanho	
hematita	magnetita	óxido de ferro	siderita	ferro	

Fonte: a pesquisa, 2018.

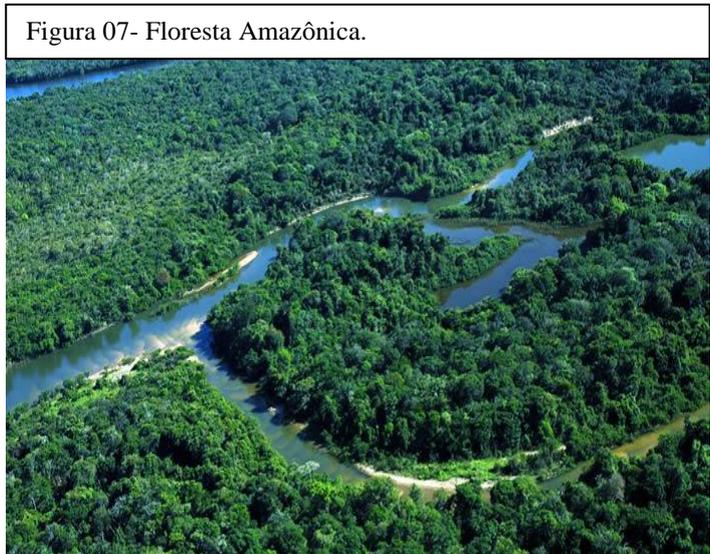


O texto 02 tem por objetivo criar uma nova situação-problema, em nível mais alto de complexidade: através de uma nova situação, retomar os conteúdos (por meio de um texto, exposição oral, recurso computacional), em nível mais alto de complexidade, devem ser abordadas em nível progressivo de complexidade), ressaltando semelhanças e diferenças de forma a promover a reconciliação integradora (MOREIRA, 2006).

## Texto 2 - Decreto reacende debate sobre exploração mineral no Amazonas

Na semana em que a atenção do mundo se voltou para a Reserva Nacional do Cobre e Associados (Renca), entre os estados do Pará e Amapá, por causa da autorização do Governo Federal para a exploração mineral na área (o que foi revogado temporariamente), especialistas alertam para a atividade no Amazonas, onde há uma das maiores faixas contínuas de floresta tropical do planeta. Só este ano, 93 pedidos de exploração de minérios foram protocolados na Superintendência do Departamento Nacional de Produção Mineral no Estado (DNPM/AM).

A preocupação é porque a atividade minerária, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento econômico, também é altamente agressiva ao meio ambiente, principalmente quando não são adotadas as medidas de conservação.



Fonte: Gente de opinião-Mudanças climáticas no Marajó de 05/08/2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2N3zqn3>>. Acesso em 16/08/2018.

A mineração, inclusive, é uma das propostas

Amazonas, que garante a exploração das riquezas naturais de forma sustentável. Isso porque o Estado concentra jazidas de vários minérios, alguns raros como o nióbio, fundamental para a indústria de alta tecnologia. A columbita-tantalita e o pirocloro, que para efeitos de simplificação utiliza-se a terminologia química ( $Nb_2O_5$ ) são as principais fontes de nióbio no Brasil e no mundo.

A reserva de nióbio, em questão, fica na região dos seis lagos no interior do município de São Gabriel da Cachoeira (a 852 quilômetros de Manaus). De acordo com o relatório do Polo Mineral do Amazonas, divulgado em 2014, a área concentra mais de 81,4 milhões de toneladas de nióbio.

Entretanto, há diversas concessões para a exploração da substância mineral em Caulim no interior do município de Manaus, e Silvinita (produção de Potássio) em Autazes e Nova Olinda do Norte (a 113 e 135 quilômetros da capital, respectivamente). Porém, por razões técnicas e econômicas, o beneficiamento dos minérios ainda não se iniciou. As reservas de Caulim em Maués e Rio Preto da Eva somam mais de 3,4 bilhões de toneladas, enquanto a de Potássio chega a pouco mais de 1,1 bilhão de toneladas, conforme dados do relatório do Polo Mineral do Amazonas.

---

Fonte: Gente de opinião-Mudanças climáticas no Marajó de 05/08/2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2N3zqn3>>. Acesso em: 16/08/2018.

## Impactos e alternativas à atividade

O chefe de fiscalização do DNPM/AM, Valério Grando, disse que o impacto que as minerações provocam no Estado do Amazonas são locais, ficam restritos a supressão da vegetação no local da mina, nas estradas e instalações industriais (escritório, britagem, refeitórios, alojamentos, etc). “Algumas delas possuem barragem de rejeito, que não são tóxicos, apenas água e lama. Estas barragens estão sendo monitoradas e são fiscalizadas pelo DNPM periodicamente”.

Entretanto, não se vê esse procedimento no Amazonas e muito menos no Brasil. “O maior exemplo foi Mariana, seguido de outros como Carajás. A visão da exploração mineral no país está com um atraso de pelo menos quatro décadas, que marcam o início da institucionalização das leis ambientais no País”, afirmou.

Figura 08 - Cassiterita<sup>1</sup>

### Alguns minérios explorados no Amazonas

#### Cassiterita



Fórmula Química:  $\text{SnO}_2$ . Composição - Óxido de Estanho (78,7% de Sn e 21,3% de O). Um minério primário de íon estanho (IV) e concentrado de Columbita-Tantalita (um subproduto no beneficiamento do estanho, que tem valor agregado), no Complexo Mínero-Metalúrgico do Pitinga, em Presidente Figueiredo.

<sup>1</sup>Fonte: Cristais aquários. Disponível em: <<https://bit.ly/2w5Y5B5>> acesso em: 18/08/2018.

Figura 09 - Hematita<sup>2</sup>



#### Minério de Ferro

Os minérios de ferro são rochas a partir das quais pode ser obtido ferro metálico de maneira economicamente viável. O íon ferro encontra-se geralmente sob a forma de óxidos, como a magnetita e a hematita ou ainda como um carbonato, a siderita.

<sup>2</sup>Fonte: Iquilibrium-Hematita. Disponível em <https://bit.ly/2N6DcMB>. Acesso em: 18/08/2018.

A Magnetita é um mineral magnético formado pelos óxidos de ferro (II) e (III), cuja fórmula química é  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ . A magnetita apresenta na sua composição, aproximadamente, 69% de FeO e 31% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ou 72,4% de ferro e 26,7% de oxigênio.

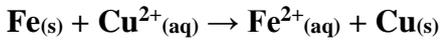
Na indústria a obtenção de metais ocorre principalmente a partir dos minerais envolvendo os processos de oxidação e redução.

Fonte do texto: Adaptado de: SOUZA, Silane. Decreto de Michel Temer reacende debate sobre exploração mineral no Amazonas. *Acrítica*. Disponível em: <<https://bit.ly/2nULrjQ>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

## 5º Passo - Aprofundamento dos Conhecimentos:

### **Estudando as Reações de Oxirredução:**

Observe a equação 01:



Equação 01- Fonte: LISBOA et al Ser Protagonista: química, 2 º: ano ensino médio, 2016.

As **reações de oxirredução** envolvem a **transferência** de elétrons entre espécies químicas. Observando a equação química acima, observa-se que o átomo de ferro perdeu elétrons e formou o cátion  $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ .

O ferro é um metal mais reativo do que o cobre e tem maior tendência em formar cátions. Assim sendo, o ferro (Fe), sofre **oxidação**: pois perde elétrons e também é denominado **agente redutor**, pois transfere elétrons para o cátion  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ .

O cátion  $\text{Cu}^{2+}$ , sofre **redução** pois recebe elétrons e é chamado de **agente oxidante**, porque retira elétrons do metal ferro.

OBS: O agente redutor é **oxidado**, enquanto que o agente oxidante é **reduzido**.

Fonte: Texto adaptado de: LISBOA et al. Ser Protagonista: química, 2 º: ano ensino médio, 2016.

Na sequência será realizada uma atividade experimental investigativa com o objetivo de facilitar o entendimento dos conceitos de reações de oxirredução. Após a atividade experimental o professor retoma os conceitos de oxidação, redução, agente redutor e oxidante amarrando a explicação com a atividade experimental desenvolvida.

### **Atividade Experimental:**

A atividade experimental terá de caráter investigativo, pois será oportunizado aos estudantes que decidam sobre a quantidade do material a ser utilizado na realização do experimento, proponham hipóteses, investiguem, testem e terá como resultado a formação da ferrugem (oxidação do ferro).

## Estudo das reações de oxirredução

A realização desta atividade experimental<sup>3</sup> visa facilitar a compreensão dos conceitos de: oxidação, redução, agente oxidante e agente redutor.

### Material do Professor:

**Duração das atividades:** 1 período de 45 min.

**Estratégias e recursos da aula:** O experimento poderá ser realizado no laboratório de Ciências da escola.

### **Materiais:**

- Palha de aço;
- Água sanitária;
- Pipetas de Pauster;
- Tubos de ensaio (se o laboratório dispuser materiais e a turma não for muito grande pode-se solicitar que todos os estudantes realizem a atividade experimental individual ou em grupos de acordo com a disponibilidade de materiais).

### **Procedimento Experimental:**

Colocar sobre a bancada do laboratório água sanitária, bombril e os tubos de ensaio.

A seguir solicitar para que organizem seus experimentos utilizando água sanitária, bombril e o tubo de ensaio. Questionar os estudantes sobre o que eles esperam que irá acontecer.

Solicitar a eles que observem o que irá acontecer durante o experimento e que anotem no material suas percepções sobre a atividade. A figura ilustrativa 10 demonstra o procedimento experimental.

Figura 10 - Formação da Ferrugem



Fonte: a autora, 2019.

### **Discussões a serem realizadas: (Ver slide 8)**

Sabe-se que a palha de aço é praticamente ferro  $[\text{Fe}_{(s)}]$  e a água sanitária uma solução de hipoclorito de sódio  $[\text{NaClO}_{(aq)}]$ . Solicite aos alunos que observem e registrem o que aconteceu.

---

<sup>3</sup> Adaptado de: Chemello, Oxidação da palha de aço - Portal do Professor. Disponível em: <<https://bit.ly/2BwfPKR>> Acesso em: 18/08/2018.

**Material para ser entregue aos estudantes: (Apêndice B)****Atividade Experimental:**

a) Descreva os materiais utilizados e como você fez o experimento.

---

---

---

---

Que mudanças ocorreram nos materiais após o experimento? Era o que você esperava? E porque você acredita que isso ocorreu?

---

---

---

Onde é possível perceber este fenômeno no nosso dia a dia e como pode ser evitado?

---

---

---

b) Agora escreva a representação da equação química da reação.

c) Determinar o Nox (número de oxidação) de cada átomo presente na representação da equação da reação química:

**Completar:**

\_\_\_\_\_ : **perde elétrons**: sofre oxidação: agente \_\_\_\_\_

**Cl:** \_\_\_\_\_ **elétrons**: sofre \_\_\_\_\_: agente oxidante

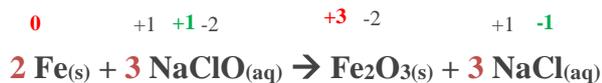
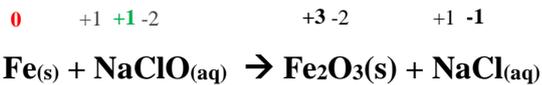
Átomos no estado elementar, o Nox será: \_\_\_\_\_

## SLIDE 08

**Discussão dos Resultados da Atividade Experimental:**

Sabe-se que a palha de aço é praticamente ferro [Fe(s)] e a água sanitária uma solução de hipoclorito de sódio [NaClO<sub>(aq)</sub>]. **Ocorrerá a formação da ferrugem na palha de aço (oxidação do ferro).**

**Fe: perde elétrons:** sofre oxidação: agente redutor  
**Cl:** ganha elétrons: sofre redução: agente oxidante



Uma reação de **oxirredução** é caracterizada pela **transferência de elétrons** de uma espécie química, que sofre oxidação (agente redutor), para outra espécie, que sofre redução (agente oxidante). O número de oxidação permite a identificação de reações de oxirredução. A **diminuição do Nox** de um átomo presente em determinada espécie química indica sua **redução**, o **aumento do Nox** indica **oxidação**.

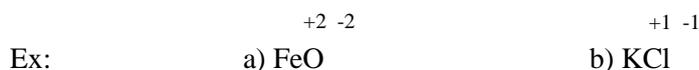
Fonte: Adaptado de Feltre, Química v. 2 Físico-Química, 2004.  
 Lisboa, Ser Protagonista: química: segundo ano: ensino médio, 2016.

O professor poderá utilizar o slide 09 para explicar as regras para determinação do Nox das substâncias. Os estudantes poderão utilizar este material também como complementar seus estudos em casa.

## SLIDE 09

**Dicas para determinar o Nox de algumas substâncias?**

\* **Soma dos Nox de determinada espécie:** a soma dos Nox dos átomos que a constituem deve ser **igual a zero**.



\* **Nox das substâncias simples:** o Nox das substâncias simples é **zero**, pois, estão envolvidos apenas átomos de um mesmo elemento, não havendo diferença de eletronegatividade.



\* **Nox fixo nas substâncias compostas:** Alguns elementos metálicos apresentam sempre o mesmo Nox nos compostos iônicos que formam. Como é o caso:

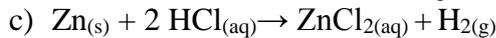
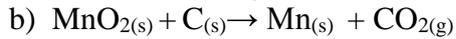
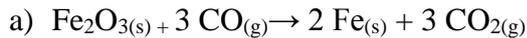
-Alcalinos: + 1    -Alcalinos terrosos: + 2    -Alumínio: + 3    -Zinco: + 2    -Prata: + 1

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: química: segundo ano: ensino médio, 2016.

**Respostas Apêndice C**

Sugestão de Atividades de Sistematização:

1) Analise as equações abaixo, identifique o Nox de cada átomo de elemento químico, quem está oxidando, reduzindo, agente oxidante e o agente redutor.



Fonte: Mundo Educação: Disponível em: <https://bit.ly/2X8U2zO>. Acesso em 18/02/2019.

2) Considere as reações de oxirredução descritas e responda aos itens a seguir:

I- Zinco reage com solução aquosa de ácido clorídrico, formando cloreto de zinco e gás hidrogênio  $\text{H}_2$  (g).

II- Sódio, reage com água, formando hidróxido de sódio e gás hidrogênio.

a) Escreva as equações químicas balanceadas que representam cada um dos processos.

b) Determine as variações de Nox das espécies envolvidas em cada uma das reações.

c) Indique os agentes oxidante e redutor em cada uma das equações.

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: química: segundo ano: ensino médio, 2016.

3) A obtenção do metal ferro a partir da hematita é um processo que ocorre nos fornos siderúrgicos. O minério rico em óxido de ferro (III) é colocado em alto-forno, sendo adicionado carvão coque e gás oxigênio. Nas elevadas temperaturas do forno, o carvão reage com o oxigênio para gerar preferencialmente o monóxido de carbono. Posteriormente, o monóxido de carbono reage com o óxido de ferro (III), formando o metal ferro e o dióxido de carbono.

a) Equacione as duas reações que ocorrem no processo.

b) Identifique se as reações podem ser classificadas como de oxirredução. Em caso afirmativo, determine o agente oxidante e o agente redutor.

Fonte: Lisboa, Ser Protagonista: química: segundo ano: ensino médio, 2016.

### 6º Passo - Diferenciação Progressiva:

Para fazer o fechamento dos conteúdos trabalhados de forma integradora, poderá ser realizada através de uma breve exposição oral, leitura de um texto, áudio, situação-problema, etc. Na sequência didática optou-se pelas situações-problema.

Logo, o professor poderá aplicar uma lista de resolução de situações problemas com no mínimo cinco probabilidades que envolvam os conteúdos trabalhados de forma conjunta. Para a resolução das atividades será utilizada regra de três e o professor será o mediador das atividades.



**As respostas para a próxima atividade você encontrará no Apêndice D.**

**Atividades de Sistematização: Situações Problema**

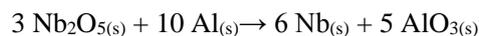
1) Com suspeita de contaminação na água do Arroio Castelhana em Venâncio Aires, foi coletada uma amostra em novembro de 2017. Para avaliação da contaminação foi realizada análise do íon magnésio. Se o limite estabelecido na legislação é de  $15 \text{ g L}^{-1}$  de íons magnésio (II) e o valor encontrado na amostra de água foi de  $5 \text{ mol L}^{-1}$ . Verifique se o valor encontrado está dentro do limite estabelecido pela legislação. Justifique sua resposta.

2) No arroio dilúvio em Porto Alegre foi coletada uma amostra de água pois havia suspeita de contaminação pelo íon ferro. A legislação permite  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$  deste íon. Foi coletado 1 Litro de amostra sendo que a mesma apresentou  $2,45 \text{ g L}^{-1}$  deste íon. Calcule o valor encontrado em  $\text{mg L}^{-1}$  e verifique se a mesma atende o padrão estabelecido na legislação. Justifique sua resposta.

3) Foi coletado 1 L de solução da água do mar em Tramandaí em um balão volumétrico e esta solução continha  $0,82 \text{ g L}^{-1}$  de íon manganês (II). Foram transferidos 200 mL desta solução para um béquer, qual será a concentração desta solução? Se a legislação permite o valor de  $2 \text{ mg L}^{-1}$  desse íon. Identifique se a mesma atende a legislação?

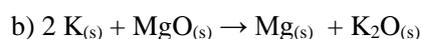
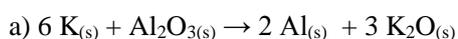
4) De acordo com análises realizadas no Rio São Francisco em 12\2017 após o desastre de Mariana foram encontrados os valores mais elevados nas estações RD049 de  $0,15 \text{ g L}^{-1} \text{ Al}^{3+}$ . Calcule a concentração em  $\text{mg L}^{-1}$  presente em 500 mL dessa solução.

5) O nióbio pode ser utilizado na produção do aço inoxidável, nas ligas supercondutoras usadas na fabricação de magnetos para tomógrafos de ressonância magnética. Encontra aplicação, da mesma forma, em cerâmicas eletrônicas, em lentes para câmeras, na indústria naval e, na ferroviária para a fabricação dos “trens bala”. O minério de nióbio bruto é comprado no garimpo a 400 reais o quilograma. Com base nestas informações, observe a reação de obtenção do nióbio e identifique o Nox das substâncias envolvidas. Quais substâncias sofreram oxidação e redução.



6) Se você fosse proprietário de uma metalúrgica e produzisse materiais a partir do íon ferro. Em determinado momento você observa que o material que estava no estoque apresentou ferrugem. Escreva a reação de formação da ferrugem e explique o que aconteceu neste processo com o íon ferro.

7) No processo industrial o metal potássio metálico pode ser utilizado nos processos de obtenção de alumínio ou magnésio metálicos. Observe as equações abaixo, identifique o Nox das substâncias envolvidas e os agentes redutores e oxidantes.



### 7º Passo - Avaliação Emancipatória da UEPS:



Solicitar aos estudantes a realização de uma pesquisa sobre os minerais que são extraídos no Brasil. O professor poderá listar alguns desses minerais no quadro e em seguida dividir a turma em grupos e determinar a cada grupo o mineral a ser pesquisado. O quadro 03 ilustra sugestão de metais que podem ser pesquisados pelos estudantes. Os estudantes deverão criar uma empresa a qual explore esse mineral e o transforma em metal utilizando os conhecimentos trabalhados na disciplina. Os estudantes irão confeccionar um material o qual será entregue ao pesquisador e também poderá ser apresentado para os demais colegas.

Quadro 3 - Metais a serem pesquisados

Grupo	Metal
1	Cobre
2	Ferro
3	Ouro
4	Potássio
5	Alumínio

Fonte: a pesquisa, 2018.

### 8º Passo - Avaliação da própria UEPS pelo pesquisador:

O professor poderá realizar uma análise qualitativa da viabilidade da intervenção didática através das anotações em um diário de bordo.

O diário de bordo ou diário de aula na óptica de Zabalza (2004) consistirá da análise da fala e da participação dos estudantes durante os encontros. De acordo com Zabalza (2004, p. 1), o diário de bordo, destaca-se pelos “documentos em que professores e professoras anotam suas impressões sobre o que vai acontecendo em suas aulas.”

## REFERÊNCIAS

CHEMELLO, E. *Oxidação da palha de aço*. Portal do Professor. Disponível em: <<https://bit.ly/2BwfPKR>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

FELTRE, R. *Química, Físico-Química*. Vol. 2. 6. ed. São Paulo, 2004.

INFORMATIVO RIO DOCE, de 20 a 27/12/2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2Bk7fPI>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

LISBOA, J. C. F. et al. *Ser Protagonista: química, 2º ano Ensino Médio*. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de Química*. 2. ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

MOREIRA, M. A. *Unidades Potencialmente Significativas - UEPS*, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/2ztd8XA>>. Acesso em: 25 set. 2018.

MUNDO EDUCAÇÃO. *Exercícios sobre concentração comum*. Disponível em: <<https://bit.ly/2X8U2zO>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

NOVAIS, L. D.; ANTUNES, M. T. *Vivá: Química: volume 2: Ensino Médio*, Curitiba: Positivo, 2016.

SANTOS, T. P. B.; PESSOA, W. R. O processo de ferrugem como tema de investigação na formação de professores para os anos iniciais do Ensino Fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABRAPEC, 2017.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

\_\_\_\_\_.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SILVA, D. P.; MARCONDES, M. E. R.; AKAHOSHI, L. H. Planejamento de atividades experimentais investigativas e a proposição de questões por um grupo de professores de química. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8, 2011, Campinas, SP. *Anais...* Campinas, SP, ABRAPEC, 2011. p. 1-12.

SOS MATA ATLÂNTICA. *O retrato da qualidade da água na bacia do rio Doce após dois anos do rompimento da barragem de Fundão de 07/11/2017*. Disponível em: <<https://bit.ly/2L1I5EC>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SOUZA, Silane. Decreto de Michel Temer reacende debate sobre exploração mineral no Amazonas. *Acrítica*. Disponível em: <<https://bit.ly/2nULrjQ>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

ZABALZA, M. A. *Diários de aula: instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

## APÊNDICE A

<p>1) <b>Regra de Três</b></p> <p>100 g ----- 410 mL</p> <p>x ----- 1000 mL</p> <p>x = 243,90 g L<sup>-1</sup>    letra d</p>	<p>1) <b>Fórmula</b></p> $c = \frac{m}{v} = \frac{100}{0,41}$ <p>c = 243,90 g</p>
<p>2)</p> <p>0,05 g ----- 1 L</p> <p>20 g ----- x</p> <p>x = 400 L    letra a</p>	<p>2)</p> $c = \frac{m}{v} = 0,05 = \frac{20}{v}$ <p>0,05v = 20</p> <p>V = 400 L</p>
<p>3)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>30 g ----- 400 mL</p> <p>x ----- 1000 mL</p> <p>x = 75 g L<sup>-1</sup> de FeCl<sub>3</sub></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1 g ----- 1000 mg</p> <p>75 g ----- x</p> <p>x = 75000 mg L<sup>-1</sup> ou</p> <p>7,5 x 10<sup>-4</sup> mg L<sup>-1</sup> de FeCl<sub>3</sub></p> </div>	<p>3)</p> $c = \frac{m}{v} = \frac{30}{0,40} = 75 \text{ g L}^{-1}$ <p>c = 75000 mg L<sup>-1</sup> ou</p> <p>7,5 x 10<sup>-4</sup> mg L<sup>-1</sup> de FeCl<sub>3</sub></p>
<p>4)    M(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) = 62 g/mol</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>1 mol C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> ----- 62 g</p> <p>5 mol C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> ----- x</p> <p>x = 310 g</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>310 g ----- 0,5 L</p> <p>x ----- 1L</p> <p>x = 620 g L<sup>-1</sup></p> </div> </div>	<p>4) V = 500 mL = 0,5 L</p> $C = \frac{m}{v} = \frac{310}{0,5} = 620 \text{ g L}^{-1}$ <p>c = 620 g L<sup>-1</sup></p>
<p>5) 180 g ----- 1 mol</p> <p>18 g ----- x</p> <p>x = 0,1 mol L<sup>-1</sup></p>	<p>5)</p> $n = \frac{m}{M} = \frac{180}{18} = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
<p>6) Os valores mais elevados ocorreram nas estações RD045 (Jusante Gov. Valadares) – 0,159 mg L<sup>-1</sup> Al, RD059 (Resplendor) – 0,149 mg L<sup>-1</sup> Al e RD058 (C. Pena) – 0,137 mg/L Al. Estão acima pois o limite de classe 2 para o parâmetro do íon alumínio dissolvido é 0,1 mg L<sup>-1</sup>.</p>	

## APÊNDICE B

### Material para ser entregue aos estudantes:

#### Atividade Experimental:

a) Descrever os materiais utilizados e como você fez o experimento.

Resposta individual do estudante.

---



---



---

b) Que mudanças ocorreram nos materiais após o experimento? Era o que você esperava? E porque você acredita que isso ocorreu?

Formará ferrugem. As demais questões são respostas pessoais do estudante.

---



---

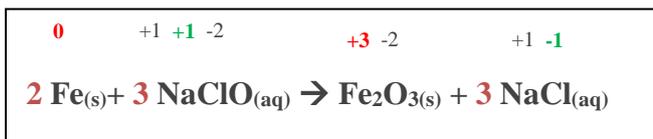


---

c) Agora escreva a representação da equação química da reação.



d) Determinar o Nox (número de oxidação) de cada átomo presente na representação da equação da reação química:



**Completar:**

**Fe** : perde elétrons: sofre oxidação: agente redutor

**Cl**: recebe elétrons: sofre redução: agente oxidante

Átomo no estado elementar, o **Nox** será: zero

## APÊNDICE C

1)

a)	<b>3+ 2-</b> <b>2+2-</b> <b>0</b> <b>4+2-</b>
	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{s}) + 3 \text{CO}_2(\text{g})$
	$\text{Fe}^{3+}$ : reduz: agente oxidante
	$\text{C}^{2+}$ : oxida: agente redutor

b)	<b>4+ 2-</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>4+ 2-</b>
	$\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
	$\text{Mn}^{4+}$ : reduz: agente oxidante
	$\text{C}$ : oxida: agente redutor

c)	<b>0</b> <b>1+ 1-</b> <b>2+ 1-</b> <b>0</b>
	$\text{Zn}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
	$\text{Zn}$ : oxida: agente redutor
	$\text{H}^+$ : reduz: agente oxidante

2)

a)	I)	$\text{Zn}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
	II)	$\text{Na}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

b)	I)	<b>0</b> <b>1+ 1-</b> <b>2+ 1-</b> <b>0</b>
		$\text{I-Zn}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
	II)	<b>0</b> <b>1+ 2-</b> <b>1+ 1-</b> <b>0</b>
		$\text{II) Na}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

c)	I)	$\text{Zn}$ : agente redutor $\text{H}^+$ : agente oxidante
	II)	$\text{Na}$ : agente redutor $\text{H}_2$ : agente oxidante

3)

a)	<b>3+ 2-</b> <b>2+2-</b> <b>0</b> <b>4+2-</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>2+2-</b>
	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{s}) + 3 \text{CO}_2(\text{g})$ e $2 \text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g})$

b) Ambas são de oxirredução, pois há variação dos Nox dos elementos. Na primeira, o C é o agente redutor, enquanto o  $\text{O}_2$  é oxidante. Na segunda equação, Fe é o agente oxidante e o carbono é o agente redutor.

## APÊNDICE D

<p>1)</p> <p style="text-align: center;">1 mol de magnésio ----- 24,3 g            5 mol ----- x g            x = 121,5 g de magnésio</p> <p>O valor está acima do permitido pois a legislação permite 15 g L<sup>-1</sup> de magnésio.</p>	<p>2)</p> <p style="text-align: center;">1 g ----- 1000 mg            x ----- 2,45 g            x = 2.450 mg L<sup>-1</sup></p> <p>Está acima do limite estabelecido pois a legislação permite 0,3 mg L<sup>-1</sup> do íon ferro.</p>
<p>3) Está acima da legislação pois a mesma permite 2 mg L<sup>-1</sup></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>1 L ----- 0,82 g            0,2 L ----- x            x = 0,164 g de Mn em 200 mL</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>1 g ----- 1000 mg            0,164 g ----- x            x = 164 mg L<sup>-1</sup></p> </div> </div>	
<p>4)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>1 g ----- 1000 mg            0,15 g ----- x            x = 150 mg</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>150 mg ----- 1000 mL            x ----- 500 mL            x = 75 mg em 500 mL</p> </div> </div>	<p>5)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p style="color: red;">5+</p> <p style="color: green;">2-</p> <p style="color: red;">0</p> <p style="color: red;">0</p> <p style="color: green;">3+ 2-</p> <p><b>3 Nb<sub>2</sub>O<sub>5(s)</sub> + 10 Al<sub>(s)</sub> → 6 Nb<sub>(s)</sub> + 5 Al<sub>2</sub>O<sub>3(s)</sub></b></p> </div> <p>Íon Nióbio (V): sofre redução: nox: 5 a 0            Alumínio metálico: sofre oxidação: nox: 0 a 3+</p>
<p>6)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <math display="block">2 \text{Fe}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_{2(s)} \text{ ou } \text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} \cdot 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}</math> </div> <p>Ferro: oxida transfere elétrons para o oxigênio, sendo o agente redutor; e o oxigênio sofre redução, sendo o agente oxidante.</p>	
<p>7)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center; color: red;">0      3+ 2-      0      2+ 2-</p> <p><b>a) 6 K<sub>(s)</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3(s)</sub> → 2 Al<sub>(s)</sub> + 3 K<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub></b></p> <p>K: oxida: agente redutor e íon Al(III):            reduz: agente oxidante</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center; color: red;">0      2+ 2-      0      1+ 2-</p> <p><b>b) 2 K<sub>(s)</sub> + MgO<sub>(s)</sub> → Mg<sub>(s)</sub> + K<sub>2</sub>O</b></p> <p>K: oxida: agente redutor e íon Mg(II):            reduz: agente oxidante</p> </div>