



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SÃO PAULO - IFSP**

GREICE CRISTINA SANTOS DE FARIA

**ANÁLISE DE UMA SEQUENCIA DIDÁTICA COM O TEMA  
ELEMENTOS TERRAS RARAS: UMA ABORDAGEM CTS NO  
ENSINO DE QUÍMICA**

SÃO PAULO

2020

GREICE CRISTINA SANTOS DE FARIA

ANÁLISE DE UMA SEQUENCIA DIDÁTICA COM O TEMA ELEMENTOS TERRAS  
RARAS: UMA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação de Mestrado apresentada  
e aprovada em 27 de maio de 2020  
como requisito parcial para obtenção  
do título de Mestre em Ensino de  
Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Pedro Miranda Júnior  
IFSP- Câmpus São Paulo  
Orientador e Presidente da Banca

Profa. Dra. Elaine Pavini Cintra  
IFSP – Campus São Paulo  
Membro da banca

Profa. Dra. Giselle Watanabe Caramello  
IFSP – Campus São Paulo  
Membro da banca

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na fonte  
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo  
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

f224a Faria, Greice Cristina Santos de  
Análise de uma sequência didática com o tema  
elementos terras raras: uma abordagem CTS no  
ensino de química / Greice Cristina Santos de  
Faria. São Paulo: [s.n.], 2020.  
185 f.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Miranda Júnior

() - Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2020.

1. Ensino de Química. 2. Cts. 3. Elementos  
Terras Raras. I. Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título.

CDD

## **AGRADECIMENTOS**

Sou extremamente grata a Deus pela graça alcançada, por estar comigo, me presentear e honrar os desejos do meu coração, além de proporcionar força e conforto em todos os momentos.

À minha mãe Rosângela, por demonstrar que ser mulher é sinônimo de força e amor, por toda a sua dedicação e por me ensinar a viver com honestidade, sempre com otimismo e alegria.

Ao meu amado marido, Marcelo, que me ajudava com as planilhas, impressões e softwares, por sempre me incentivar a ir atrás dos meus sonhos e estar ao meu lado em todos os momentos. Obrigada por participar da minha vida.

Ao meu filho Bernardo, que foi a algumas aulas comigo, que enfrentou a minha ausência, mesmo sendo tão pequeno, fiz tudo pensando em você!

À minha outra família, meus sogros, Sueli e Nailton, que por vezes cuidaram do neto e me fizeram companhia durante os finais de semana, sou grata pela vida de vocês.

A todos os meus colegas do mestrado, que me proporcionaram momentos de muitas risadas, trabalhos, noites mal dormidas e compartilharam experiências profissionais significativas, carregarei todos em meu coração.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do IFSP pelos ensinamentos em suas disciplinas. .

Ao Prof. Dr. Pedro Miranda Junior, meu orientador ao longo dessa trajetória, pela sua dedicação, compreensão e incentivo, sou extremamente grata por acreditar em minha capacidade.

Às Professoras Giselle Watanabe e Elaine Pavini que participaram da banca de defesa e trouxeram contribuições essenciais para a conclusão desta pesquisa.

***“Não te mandei eu?  
Esforça-te e tem bom ânimo.  
Não pases, nem te espantes, porque o Senhor,  
o teu Deus, é contigo por onde quer que andares.”***

***Josué 1:9***

## RESUMO

Esta pesquisa procura contribuir para promoção da aprendizagem química, a partir da análise de potencialidades e desafios de uma sequência didática (SD) com o tema Elementos Terras Raras, realizada em uma abordagem CTS. A SD foi aplicada para três turmas de 1ª série do Ensino Médio, com 40 alunos cada, de uma Escola Pública Estadual localizada na região norte da cidade de São Paulo. Utilizando-se da pesquisa-ação, a pesquisa foi feita com enfoque qualitativo, no entanto, em alguns momentos utilizou-se o quantitativo. O trabalho compreendeu três etapas: (I) revisão bibliográfica do tema de pesquisa; (II) elaboração e aplicação da SD; (III) análise dos dados e discussão dos resultados. Os dados da pesquisa foram coletados por meio de observação das aulas, questionários, transcrições de aulas gravadas e entrevistas; foram analisados por meio da técnica da Representação Social e da Análise de Conteúdo. Os resultados evidenciaram que a SD possibilitou aos alunos debater questões políticas, econômicas e sociais relacionadas ao tema, além de se perceberem como cidadãos, cujas atitudes podem reduzir impactos ambientais e propiciar tomadas de decisões conscientes quanto ao descarte e à utilização de dispositivos eletroeletrônicos produzidos com o uso de recursos minerais. Destacamos como principais desafios o reduzido tempo de aula da disciplina para realizar uma SD mais ampla e, a infraestrutura precária da escola, por não ter laboratórios de ciências e de informática disponíveis. O Produto Educacional deste mestrado consiste em uma sequência didática com o título "A luz dos Elementos Terras Raras", elaborada a partir da SD desenvolvida e analisada neste trabalho.

**Palavras-chave:** Ensino de química, CTS, elementos terras raras.

## ABSTRACT

This research seeks to contribute to the promotion of chemical learning, based on the analysis of the potential and challenges of a didactic sequence (DS) with the theme “Rare Earth Elements”, carried out in a STS approach. The DS was applied to three classes of 1st grade of High School, with 40 students each, from a State Public School located in the northern region of the city of São Paulo. Using action research, the research was done with a qualitative focus, however, in some moments the quantitative was used. The work comprised three stages: (I) bibliographic review of the theme; (II) elaboration and application of the DS; (III) data analysis and discussion of results. The research data were collected through observation of classes, questionnaires, transcripts of recorded classes and interviews; were analyzed using the technique of Social Representation and Content Analysis. The results showed that the DS enabled students to debate political, economic and social issues related to the theme, in addition to perceiving themselves as citizens, whose attitudes can reduce environmental impacts and provide conscious decision-making regarding the disposal and use of electronic devices produced with the use of mineral resources. We highlight as main challenges the reduced class time of the discipline to carry out a broader DS and the precarious infrastructure of the school, for not having science and computer labs available. The Educational Product "Didactic Sequence STS: Rare Earth Elements", adapted from the DS developed and analyzed in this work, is intended for high school chemistry teachers.

**Keywords:** chemistry teaching; STS, rare earth elements

## LISTA DE ABREVIações

AC- Alfabetização Científica

AC- Análise de Conteúdo

APA- Área de Proteção Ambiental

C&T- Ciência e Tecnologia

CTS- Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA- Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EA- Educação Ambiental

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFSP- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

LDB- Lei de Diretrizes e Bases

NC- Núcleo Central

PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PLACTS- Pensamento latino-americano CTS

RS- Representação Social

SD- Sequência Didática

TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TNC- Teoria do Núcleo Central

TRS- Teoria das Representações Sociais

## LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

<b>Apêndice A</b> - Termo de Autorização Institucional .....	125
<b>Apêndice B</b> – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	128
<b>Apêndice C</b> - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	129
<b>Apêndice D</b> – Evocação de palavras.....	132
<b>Apêndice E</b> - Atividade prática .....	133
<b>Apêndice F</b> - Entrevista final alunos.....	134
<b>Apêndice G</b> - Categorização .....	135
<b>Apêndice H</b> - Entrevista com a professora .....	150
<b>Apêndice I</b> - Produto Educacional .....	151
<b>Anexo 1</b> - Utilidade elementos terras raras.....	180
<b>Anexo 2</b> - Tabela Periódica .....	181
<b>Anexo 3</b> - Notícia sobre a extração de Monazita .....	182
<b>Anexo 4</b> - Tabela Periódica interativa.....	183

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema estrutural da abordagem CTS e suas relações. ....	29
<b>Figura 2:</b> Relação entre Parâmetro e Propósitos da Educação CTS.....	32
<b>Figura 3:</b> Tabela Periódica com destaque aos elementos TR. ....	35
<b>Figura 4:</b> Reservas de TR .....	37
<b>Figura 5:</b> processo de obtenção de TR .....	38
<b>Figura 6:</b> Fluxograma de como desenvolver uma AC. ....	54
<b>Figura 7:</b> número de dissertações CTS/ Química por ano.....	58
<b>Figura 8:</b> Grafo de redes gerado a partir das palavras-chave. ....	61
<b>Figura 9:</b> número de publicações anuais.....	69
<b>Figura 10:</b> Categorização dos artigos e a quantidade .....	71
<b>Figura 11:</b> Cadastro de pesquisa .....	74
<b>Figura 12:</b> Ordem de frequência das palavras dos quadrantes.....	78
<b>Figura 13:</b> alunos em círculo para início da atividade.....	81
<b>Figura 14:</b> Imagens de alunos realizando a atividade em sala. ....	82
<b>Figura 15:</b> Imagens abordadas em sala de aula .....	82
<b>Figura 16:</b> Dispositivos que apresentam ETR .....	85
<b>Figura 17:</b> Atividade realizada .....	87
<b>Figura 18:</b> Disposição de terras raras no Brasil.....	90
<b>Figura 19:</b> Exemplo das informações presentes na Tabela virtual .....	91
<b>Figura 20:</b> Imagem do resultado do experimento realizado na Aula 8.....	93
<b>Figura 21:</b> Diferentes lâmpadas e suas características de consumo.....	94
<b>Figura 22:</b> Alguns cartazes construídos .....	95
<b>Figura 23:</b> Modelo de atividades para tomada de decisão .....	99
<b>Figura 24:</b> Esquema do significado geral de tecnologia. ....	102
<b>Figura 25:</b> Quantidade de frases agrupadas em categorias .....	109
<b>Figura 26:</b> Quantidade de redações agrupadas em categorias.....	110

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Características do movimento CTS: europeu e norte americano. ....	21
<b>Quadro 2:</b> Projetos e materiais didáticos e o ano de surgimento. ....	24
<b>Quadro 3:</b> Aspectos enfatizados no ensino clássico de ciência e no ensino CTS....	25
<b>Quadro 4:</b> Objetivos do ensino de química para formar o cidadão.....	28
<b>Quadro 5:</b> Categorias CTS no Ensino de Ciências .....	29
<b>Quadro 6:</b> Sequência didática .....	45
<b>Quadro 7:</b> Categorização das principais temáticas. ....	63
<b>Quadro 8:</b> Determinação da OME da palavra “petróleo” .....	75
<b>Quadro 9:</b> Determinação da <i>F</i> .....	75
<b>Quadro 10:</b> Determinação da <i>OME</i> . ....	76
<b>Quadro 11:</b> Organização em quadrantes .....	76
<b>Quadro 12:</b> Quadrantes de Frequência e Ordem de Evocação .....	77
<b>Quadro 13:</b> Categorias e subcategorias .....	97
<b>Quadro 14:</b> Descritores da categoria Economia.....	100
<b>Quadro 15:</b> Exemplos de frases agrupadas na categoria Aspectos econômicos. ...	100
<b>Quadro 16:</b> Descritores da categoria Ciência e Tecnologia. ....	101
<b>Quadro 17:</b> Exemplos de frases agrupadas na categoria Ciência e Tecnologia. ...	103
<b>Quadro 18:</b> Descritores da categoria Contribuições para Sociedade.....	104
<b>Quadro 19:</b> Exemplos de frases agrupadas na categoria Sociedade.....	105
<b>Quadro 20:</b> Descritores da categoria Ambiente.....	106
<b>Quadro 21:</b> Exemplos de frases agrupadas na categoria Ambiente. ....	107

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Correntes da educação CTSA .....	33
<b>Tabela 2:</b> Aplicações elementos terras raras.....	39
<b>Tabela 3:</b> Número de dissertações por instituição .....	59
<b>Tabela 4:</b> Medidas de centralidade a partir das palavras-chave.....	60
<b>Tabela 5:</b> Relação dos principais autores/ obras. ....	66
<b>Tabela 6:</b> Autores mais citados em abordagem CTS.....	66
<b>Tabela 7:</b> Instrumentos utilizados para coleta de dados .....	70
<b>Tabela 8:</b> Público alvo representado na pesquisa dos artigos .....	70
<b>Tabela 9:</b> estudantes participantes por turma e gênero.....	73
<b>Tabela 10:</b> Principais formas químicas em que são encontrados os ETR.....	89

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	14
OBJETIVOS .....	19
CAPÍTULO I .....	20
1 REFERENCIAL TEÓRICO .....	20
1.1 O movimento CTS.....	20
1.2 Abordagem CTS no contexto brasileiro .....	23
1.3 Abordagem CTS no Ensino de Ciências .....	25
1.4 Elementos TR .....	35
1.5 Elementos TR no Brasil.....	36
1.6 A importância do tema TR no Ensino de Química .....	38
CAPÍTULO II .....	41
2 PERCURSO METODOLÓGICO .....	41
2.1 ETAPA I – Revisão Bibliográfica .....	42
2.2 ETAPA II - Desenvolvimento e aplicação da Sequência Didática .....	42
2.2.1 A escola e os alunos participantes da Pesquisa .....	42
2.2.2 A intervenção didática na escola .....	44
2.3 ETAPA III - Análise e Discussão dos Resultados .....	48
2.3.1 Teoria da Representação Social.....	48
2.3.2 Análise de Conteúdo.....	52
CAPÍTULO III .....	56
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	56
3.1 Revisão Bibliográfica I – Mestrado Profissional: Abordagem CTS e o Ensino de Química.....	56
3.1.1 Resultados .....	57
3.1.1.1 Distribuição das dissertações no país .....	58
3.1.1.2 Palavras-chave .....	60
3.1.1.3 Temas das dissertações.....	62
3.1.1.4 Referenciais teóricos das dissertações .....	65
3.1.2 Considerações .....	67
3.2 Revisão Bibliográfica II – A Representação Social e o Ensino de Ciências.....	68
3.2.1 Resultados .....	68
CAPÍTULO IV .....	73

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
4.1 Evocação de palavras – Momento inicial .....	73
4.2 Análise da Sequência Didática.....	80
4.2.1 Articulação Ciência, Tecnologia e Sociedade durante a SD.....	80
CAPÍTULO V .....	114
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	114
6 REFERÊNCIAS .....	119
APÊNDICES.....	124
ANEXOS .....	179

## INTRODUÇÃO

Minha paixão pela Química vem desde a Educação Básica. Sempre estudei em escolas públicas localizadas na periferia da zona leste de São Paulo e, durante as aulas de Ciências, me encantava com as propriedades dos elementos químicos e com a capacidade de se transformarem em novos produtos, isso despertou a minha curiosidade em aprender mais sobre a química.

No Ensino Médio, como todo jovem, ainda tinha dúvidas sobre a carreira a seguir, pensava na área da saúde ou em ser química, mas sabia que não seria fácil alcançar meus objetivos, pois tinha que ter condições para pagar uma faculdade e ainda ter que ajudar em casa. Foi aí que decidi mudar minha rotina, durante o 3º ano do Ensino Médio, sai do meu emprego e mudei de período escolar, do noturno para o matutino com objetivo de ter mais tempo para me dedicar aos estudos e passar no exame vestibular em uma universidade pública. Para a minha surpresa, passei em três vestibulares, gerontologia da USP, Enfermagem na Santa Marcelina e Licenciatura em Química no IFSP. E dentre esses, qual foi o escolhido? Licenciatura em Química é claro! Mas ainda não estava certa em ser Professora.

Durante a minha graduação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo, a partir de 2013 tive meu primeiro contato com a carreira docente por meio da participação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, o PIBID. Ao longo do programa, tive trabalhos publicados em anais de alguns congressos e participei em 2013 da 36ª RASBQ - Reunião Anual da SBQ - Sociedade Brasileira de Química e em 2014 do XVII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química. Nesses eventos tive a oportunidade de conhecer diferentes metodologias de ensino e perceber que, para realizar uma boa prática pedagógica é necessária uma formação docente estruturada.

Durante o PIBID pude vivenciar situações escolares, perceber e ter a certeza do que eu queria para a minha carreira, realmente era ser professora! Este despertar para a carreira docente me fez experimentar outras realidades da educação pública da região onde moro, zona leste de São Paulo, porém, as atividades propostas durante o programa, demonstravam que o ensino poderia ser diferente, de forma prazerosa e que instigasse a participação dos alunos, além de despertar nos discentes o gosto pela disciplina química, não apenas pela experimentação ao acaso, mas pelo

contexto trazido pelos temas abordados. Tantas experiências positivas vivenciadas no PIBID me proporcionaram continuar desenvolvendo pesquisa na área de ensino, tanto em um projeto de iniciação científica como no meu trabalho de conclusão de curso.

Minha trajetória no Instituto Federal possibilitou o ingresso como estagiária de laboratório em uma instituição particular de ensino da zona leste de São Paulo e a posterior efetivação como professora de Química das turmas de Ensino Médio. Percebi que existem escolas particulares extremamente equipadas com aparatos tecnológicos e toda forma de acesso à informação disponibilizada aos alunos e, que apesar disso, é necessário inovar, não apenas com tecnologia, mas com propostas de ensino geradoras de opinião.

A partir disso, surgiu a vontade de desenvolver o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, a fim de ampliar meus conhecimentos, estruturar meus ideais frente ao Ensino de Química e aprimorar a minha prática docente, de maneira que as atividades propostas incentivem os discentes a estudarem essa Ciência, levando-os à compreensão para além dos conceitos químicos.

Na educação é primordial trabalhar aspectos que inter-relacionem os alunos ao seu meio de vivência, principalmente a partir da Ciência e da Tecnologia (C&T) (SANTOS; MORTIMER, 2002). Santana e Santos (2009) defendem que a educação tem o dever de contribuir para que o aluno exercite sua cidadania, partindo da educação científica e tecnológica.

As Resoluções CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017, que institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica e a CNE/CP nº 4, de 17 de dezembro de 2018, que institui a Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC-EM), como etapa final da Educação Básica, a qual em seu Art. 7º, inciso I, defende que os currículos e as propostas pedagógicas devem adequar-se à realidade do estudante, como:

I - Contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas.

Além disso, no Art. 4º, reitera competências gerais relacionadas ao objetivo da aprendizagem para o desenvolvimento do estudante, dentre elas, que os alunos sejam capazes de:

VII - Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) defende que a educação no ensino médio deve promover intencionalmente o “respeito à pessoa humana e aos seus direitos” (BRASIL, 2017, p. 4), de modo a garantir aos estudantes a responsabilidade pelo seu processo de escolarização, ou seja, uma educação que contribua para definição de um projeto de vida e promova, de modo intencional e permanente, o respeito às escolhas e vivências saudáveis, sustentáveis e éticas (BRASIL, 2017).

Para Santos e Schnetzler (2014, p. 61), “o ensino de Ciências com enfoque CTS está vinculado à educação científica do cidadão”, isso significa que praticar a Alfabetização Científica (AC) desde os anos iniciais da Educação Básica é essencial, pois colabora para uma maior aceitação e entendimento dos alunos sobre o que é Ciência, e estes quando estiverem no Ensino Médio, provavelmente terão maior facilidade na compreensão de conceitos científicos e da aplicação desses conhecimentos para sua vida e para a sociedade.

Quando falamos sobre o ensino de química, é importante conduzir os estudantes a observarem e analisarem criticamente os fenômenos naturais e a sociedade em que estão inseridos, para que entendam e opinem sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (SANTOS; SCHNETZLER, 2014).

Um ensino de química por meio de temas sociais e ambientais, de acordo com o PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio) pode contribuir para aproximar os alunos de seu cotidiano, destacando a importância da química para compreensão dos fenômenos, a construção do conhecimento e da vida em sociedade, demonstrando a proximidade da Ciência com temas comuns, tornando a aprendizagem prazerosa (BRASIL, 2006). Por isso, é importante utilizar uma abordagem que una o âmbito social e o conhecimento químico, possibilitando ao discente articular e entender as relações existentes entre a química e o cotidiano,

levando em consideração aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais, de modo a capacitá-los na tomada de decisões a partir de um olhar crítico proporcionado por meio de uma educação científica e tecnológica, contribuindo para formação de cidadãos questionadores que participam das discussões na busca de soluções dos problemas da comunidade em que estão inseridos (SANTOS; SCHNETZLER, 2014).

Em diversas pesquisas divulgadas no âmbito da educação em química, percebemos a importância do tratamento de questões sociocientíficas, as quais possuem um papel essencial para a formação cidadã, pois contextualizam o conteúdo químico com a realidade do aluno, desenvolvendo a participação e a capacidade de tomar decisões (SANTOS; SCHNETZLER, 2014).

Diante deste contexto, durante o mestrado elaboramos e analisamos uma SD com abordagem CTS com o tema “Elementos Terras Raras”, que tem como foco a aprendizagem de química para alunos da 1ª série do Ensino Médio e o uso do conhecimento químico na compreensão das atividades de mineração e indústria, dos investimentos em tecnologia, além de levar o estudante a posicionar-se de maneira reflexiva frente às questões ambientais e políticas relacionadas à exploração de recursos minerais do território brasileiro (SANTOS; SCHNETZLER, 2014).

A escolha do tema “Elementos Terras Raras” à SD, justifica-se pela ampla aplicação desses elementos na tecnologia de ponta e, de seu valor estratégico para o país, além de inserir os estudantes na discussão de futuros problemas ambiental e político que possam ocorrer em decorrência de sua exploração. Pela falta de notabilidade desses elementos na sociedade, conseqüentemente lhes é atribuído menor importância por falta de conhecimento, sendo assim as questões ambientais, sociais, econômicas e éticas na exploração mineral desses elementos no ensino de química, são deixadas de lado.

Na SD, trabalhou-se desde a obtenção da matéria prima, por meio da extração mineral, até as suas aplicações tecnológicas, em que a sociedade faz uso destas tecnologias e pouco conhece sobre o assunto. Pensando nisso, este trabalho buscou responder à seguinte questão de pesquisa: “Quais as contribuições de uma SD desenvolvida em uma abordagem CTS para compreensão dos alunos sobre aplicações e implicações de conhecimentos químicos relacionados ao tema elementos TR?.”

Para responder a esta questão, conduzimos a pesquisa com a participação de três turmas da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada na região norte da cidade de São Paulo. Na SD elaborada, buscou-se trabalhar diversos aspectos, dentre eles os conhecimentos químicos da temática, discussões sobre as questões ambientais envolvendo o território brasileiro, além de acentuar práticas de pesquisa e de opinião, demonstrando a relevância de tais assuntos para o cotidiano do aluno.

Organizamos esta dissertação em seis capítulos. O Capítulo I apresenta o Referencial Teórico, no qual nos baseamos para fundamentação do trabalho. O Capítulo II aborda o Percurso Metodológico com a caracterização da pesquisa, seu contexto e as etapas da Sequência Didática. O Capítulo III traz a Revisão Bibliográfica, organizada em duas seções, uma a abordagem CTS e outra sobre Representação Social em contexto nacional. O Capítulo IV apresenta os Resultados e Discussão de acordo com as etapas da SD. O Capítulo V trata das Considerações Finais.

O Produto Educacional deste mestrado profissional (Apêndice I) consiste em uma sequência didática com o título "A luz dos Elementos Terras Raras", elaborada a partir da SD desenvolvida e analisada neste trabalho.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Analisar as contribuições da abordagem CTS para o processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos para a educação científica e tecnológica, a fim de formar cidadãos críticos capazes de compreender aspectos sociais, econômicos e ambientais relacionados ao tema: Elementos Terras Raras.

### **Objetivos Específicos**

1. Aplicar uma sequência didática com abordagem CTS articulando conceitos químicos relacionados à mineração e aos elementos terras raras.
2. Debater o conhecimento químico e sua importância no cotidiano do aluno e para a vida em sociedade.
3. Identificar no discurso do aluno aspectos sobre a exploração de recursos naturais e de suas implicações para o meio ambiente.
4. Possibilitar ao professor de química a reflexão sobre a relevância de se fazer pesquisa no ensino e o uso de estratégias diversificadas para um ensino mais contextualizado.

## CAPÍTULO I

### 1 REFERENCIAL TEÓRICO

Para desenvolver esse trabalho nos apoiamos em referenciais teóricos relacionados ao tema desta pesquisa, a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Organizamos esse capítulo em seis seções, inicialmente tratamos do Movimento CTS, na segunda seção trazemos a abordagem CTS no contexto brasileiro, na seção seguinte discorremos sobre CTS no Ensino de Ciências, na quinta sobre os Elementos Terras Raras no Brasil, por fim falamos sobre a importância do tema Terras Raras no Ensino de Química.

#### 1.1 O movimento CTS

No contexto mundial, o movimento CTS já é bem conhecido e desde o século XX reivindica a inovação e a reestruturação do currículo escolar para uma atuação cidadã, utilizando questões sociais de maneira multidisciplinar. Levando em consideração o seu surgimento em países desenvolvidos industrialmente (Europa e América do Norte), por volta da década de 1970, após o avanço da Ciência e Tecnologia (C&T), além da degradação do meio ambiente se tornar mais visível, fez-se necessário um olhar mais crítico voltado para os aspectos políticos, fomentando debates, que levaram ao denominado “Movimento CTS” (AULER; BAZZO, 2001).

O movimento CTS surgiu como uma crítica aos modelos de gestão e políticas de Ciência e Tecnologia e visa a participação pública nas decisões educacionais. Segundo Garcia, Cerezo e López (1996) o movimento CTS teve origem em duas diferentes escolas, a europeia com a institucionalização acadêmica e a outra a americana com a institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos.

O movimento CTS europeu atribuía ênfase aos fatores sociais, priorizando a ciência e depois a tecnologia, assumindo um caráter teórico descritivo, centralizando as ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia). O movimento CTS americano atribuiu ênfase às consequências sociais da ciência e da tecnologia, priorizando a tecnologia e depois a ciência, ao contrário da europeia, teve um caráter prático e valorativo, destacando a ética, a teoria da educação, entre outras, conforme sistematizado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Características do movimento CTS: europeu e norte americano.

Surgimento do movimento CTS	
Europeu	Norte-americano
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tradição de investigação acadêmica;</li> <li>- Baseou-se nas ciências sociais: sociologia, antropologia e psicologia;</li> <li>- Ciência como processo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recorreu à reflexão ética e política;</li> <li>- Caráter humanístico;</li> <li>- Preocupações com consequências sociais e ambientais.</li> </ul>

**Fonte:** Adaptado de Vaz, Fagundes e Pinheiro (2009).

O movimento surgiu na década de 1970, mas espalhou-se pelo mundo todo, principalmente nos países latinos, com a sigla STS (Science, Technology and Society), por conta da origem nos EUA e na Inglaterra. Na América latina, os Estudos CTS (ECTS) foram mais evidentes em países como a Argentina e o Brasil, por conseguirem gerar críticas sobre C&T e suas relações com a sociedade (DAGNINO, 2008), dando origem ao pensamento latino-americano CTS (PLACTS). Segundo Dagnino (2008), o PLACTS criticava o

Modelo Institucional Ofertista Linear e não negava a necessidade de fortalecer a capacidade de pesquisa que, segundo propunha, permitiria no momento futuro politicamente favorável promover associado ao “Projeto Nacional” promover o desenvolvimento econômico e social (DAGNINO, 2008, p. 18).

O PLACTS influenciou pesquisadores a elaborarem a Política Científica e Tecnológica (PCT) da Argentina, porém, o governo militar utilizou do desenvolvimento de C&T para satisfazer apenas as necessidades militares (DAGNINO, 2008). No Brasil, a PCT também sofreu influências do PLACTS, o que provocou reflexões acerca da utilização dos recursos do governo para investimentos em pesquisas científicas (DAGNINO, 2008).

Hoje, os estudos CTS constituem de uma multidisciplinaridade ligando o social da ciência à tecnologia. São três os campos em que o movimento CTS atua; o acadêmico, o das políticas públicas e o educacional. O campo acadêmico, objetiva acabar com a concepção de que ciência e tecnologia são atividades puras e neutras promovendo o desenvolvimento de outros campos, como o da investigação acadêmica (movimento teórico), com uma visão socialmente mais contextualizada de ciência e tecnologia. O campo das políticas públicas é um movimento prático, que cria mecanismos democráticos para a participação da sociedade na tomada de decisão

em questões de ciência e tecnologia, pois traz consequências a humanidade. O que vamos utilizar neste trabalho é o campo educacional, o qual permite tornar mais reais as possibilidades do movimento CTS, através do ensino de ciências na perspectiva de educação CTS em qualquer nível de ensino, através da alfabetização científica e tecnológica no contexto social em que estão inseridas, promovendo uma percepção mais ampla da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e Ambiente (GARCIA; CERZO; LÓPEZ, 1996).

Além disso, uma das contribuições para seu surgimento foi a relação entre a natureza da ciência e sua funcionalidade social (AIKENHEAD, 1994). Após o início do movimento CTS, diversos países perceberam a sua utilidade na construção de materiais didáticos, além da implementação de um currículo CTS para a formação de professores, tornando-se necessário valorizar a reflexão a partir da experiência, pois assim que formado, o professor não apresenta respostas, a qual se constrói de acordo com a epistemologia da prática.

Esse conhecimento por meio da ação propõe a criação de soluções e novos caminhos que permitem a reflexão, sendo assim, surge a valorização da pesquisa na ação dos profissionais, levando a pensar que o professor é o pesquisador da sua prática, daí a importância de trabalhar, desde a formação de professores, a prática refletida na ação.

A Ciência, Tecnologia e Sociedade como um movimento recente na época, influenciou o contexto educacional de acordo com a prática reflexiva, englobando características interdisciplinares (SANTOS; SCHNETZLER, 2014). Para que seja considerada, a ação interdisciplinar deve aparecer como um movimento exercido dentro das disciplinas e entre elas, visando integrá-las, Lenoir (1998) denomina de *interdisciplinaridade escolar*, pensando a articulação entre matérias escolares, na educação básica. Para Ivani Fazenda (2003), a interdisciplinaridade deve ser considerada mais em seu processo de desenvolvimento que em seu produto, ou seja, corresponde ao ato de construir pontes entre as diferentes disciplinas, permitindo que o conhecimento produzido ultrapasse os limites disciplinares e destaca a compreensão da interdisciplinaridade numa categoria de ação, diferenciando-a das disciplinas, que estariam na categoria de conhecimento.

É evidente que um trabalho com um caráter interdisciplinar favorece a compreensão de diversos assuntos, porém o movimento CTS, inicialmente não

objetivava inter-relações com o contexto educacional, mas defendia que cada cidadão precisava conhecer a sociedade e seu papel, desenvolvendo um olhar crítico, a fim de promover mudanças no ambiente em que estão inseridos (VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO, 2009).

A partir dessa ideologia defendida pelo Movimento, além de propostas voltadas para um ensino de Ciência e Tecnologia, viu-se a necessidade de abordar questões relacionadas à Sociedade, justamente pelos impactos ambientais decorrentes da ascensão da C&T. Há autores que defendem a sigla CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), por considerarem essencial abordar questões ambientais, porém outros autores entendem que a sigla CTS contempla perfeitamente o meio ambiente, pois faz parte da sociedade (SANTOS, SCHNETZLER, 2014).

## **1.2 Abordagem CTS no contexto brasileiro**

A partir do questionamento sobre o real papel da Ciência e Tecnologia pela sociedade estrangeira, surgiu o movimento CTS, inicialmente nos países capitalistas centrais, a fim de levantarem questões sociais com o intuito de controlar o desenvolvimento da ciência e tecnologia (AULER; BAZZO, 2001), pois até a década de 1960, a principal preocupação era com o desenvolvimento C&T visando à economia local.

Já no Brasil, um dos marcos para o surgimento do movimento foi a Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT- Alfabetização em Ciência e Tecnologia, em 1990, neste contexto, pesquisadores de outros países apresentaram trabalhos sobre o Ensino de Ciências e a temática CTS (SANTOS; SCHNETZLER, 2014).

Além de artigos e trabalhos publicados, o estudo dos pressupostos CTS começou a ser desenvolvido por grupos de pesquisas e materiais didáticos, como trazido por Santos e Mortimer (2002, p. 113) (Quadro 2).

De acordo com Myriam Krasilchik (1987), a influência nas pesquisas voltadas para a educação se expandiram, inclusive sobre os currículos de ciências no país, os quais surgiram devido ao anseio de formar o cidadão em C&T, como na década de 1970, quando os currículos tratavam de questões políticas, econômicas e sociais, como parte de como a ciência era vista, diferente da década de 1980, em que o

contexto era voltado para as questões sociais advindas do desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

**Quadro 2:** Projetos e materiais didáticos e o ano de surgimento.

Projeto/ material didático	Ano
Projeto Unidades Modulares de Química (AMBROGI; LISBÔA)	1987
Propostas pedagógicas de LUTFI	1988 e 1992
Coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da USP – GEPEQ	1993, 1995, 1998
Coleção de livros de física do GREF	1990, 1991 e 1993
Livro: Química, Energia e Ambiente (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI)	1999
Livro: Química na Sociedade (MÓL; SANTOS)	2000

**Fonte:** Adaptado de Santos e Mortimer (2002, p. 113).

Dentre as influências curriculares, Santos e Mortimer (2002), destacaram a Proposta Curricular de Ensino de Química da CENP/SE do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1988), assim como as recomendações para o currículo do magistério de CISCATO e BELTRAN (1991) e a Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio do Estado de Minas (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1999).

Além disso, Santos e Schnetzler (2014) demonstram que a relação entre ensino e cidadania, poderia ser identificada a partir dos títulos dos seminários e artigos, como em 1985, quando o *Journal of Chemical Education* fez publicações de artigos divulgados no “Simpósio Química para cidadãos” e em 1982, com a publicação do artigo “Ensino de Ciências para cidadãos: perspectivas e problemas”, de Gaskell.

Atualmente, estudos articulados ao movimento CTS continuam crescendo entre os pesquisadores no território brasileiro, o que pode ser observado através de publicações de artigos científicos (SANTOS; SCHNETZLER, 2014). De acordo com Bazzo e colaboradores (2003):

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo

que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (BAZZO *et al*, 2003, p. 125).

Esses artigos CTS, buscam abordar questões/problemáticas brasileiras e trazem temáticas que contemplam o nosso contexto. Segundo Santos e Mortimer (2002), algumas temáticas poderiam ser discutidas em contexto nacional, as quais relacionam-se a abordagem CTS, os autores enumeram nove ao total: (1) exploração mineral e seu desenvolvimento científico, tecnológico e social; (2) ocupação humana e poluição ambiental; (3) descarte do lixo e impactos ao ambiente; (4) controle de qualidade de produtos químicos; (5) produção de alimentos, fome e alimentos transgênicos; (6) agroindústria, distribuição de terra rural, custos envolvidos na monocultura; (7) desenvolvimento industrial, a dependência tecnológica com a globalização; (8) as fontes energéticas e seus impactos ambientais e políticos; (9) a preservação ambiental, políticas ambientais e desmatamento.

### 1.3 Abordagem CTS no Ensino de Ciências

Desenvolver assuntos que envolvam CTS em sala de aula é visto como essencial para o desenvolvimento de habilidades nos alunos, como o levantamento de hipóteses, o despertar crítico frente às temáticas sociais, o raciocínio lógico, a tomada de decisões e a resolução de problemas, ainda mais quando refletem a importância da Ciência no nosso cotidiano (SANTOS; SCHNETZLER, 2014).

Para entender o significado de ensino CTS, Santos e Schnetzler (2014, p. 66), realizaram uma comparação entre o ensino de ciência clássico e o ensino CTS, conforme o Quadro 3.

**Quadro 3:** Aspectos enfatizados no ensino clássico de ciência e no ensino CTS.

Ensino clássico de Ciência	Ensino CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceitos de física, química, biologia)	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2. Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
3. Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3. Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor.
4. Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e aplicabilidade.	4. Prevenção de consequências a longo prazo.

Ensino clássico de Ciência	Ensino CTS
<p>5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.</p> <p>6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.</p> <p>7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.</p> <p>8. Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.</p>	<p>5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.</p> <p>6. Ênfase à prática para chegar à teoria.</p> <p>7. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).</p> <p>8. Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.</p>

**Fonte:** Zoller e Watson (1974, p. 110 apud Santos e Schnetzler, 2014, p. 66)

A articulação da Ciência, Tecnologia e Sociedade no âmbito da educação, defendida por Santos e Schnetzler (2014), objetiva a alfabetização científica e tecnológica para o exercício da cidadania, a fim de desenvolver nos alunos, a capacidade da leitura de mundo para transformá-lo, utilizando a ciência para melhorar a vida no planeta (CHASSOT, 2003). Para que o indivíduo seja alfabetizado cientificamente, é necessário levar à compreensão conhecimentos, procedimentos e valores que contribuam, em sala de aula, para a tomada de decisão frente ao uso da ciência, levando em consideração suas aplicações, além dos aspectos positivos e negativos envolvidos (CHASSOT, 2003). Para Freire (1980), é um ato de conscientização política, simplesmente ler e escrever não é suficiente, mas é preciso entender e interpretar, para que os discentes sejam capazes de atuar e modificar o seu contexto de maneira lógica.

Apesar de a proposta CTS estar bastante difundida no meio acadêmico para o ensino de Ciências, é preciso uma atuação mais efetiva dos educadores, os quais têm papel importante nas ações que instigam a participação dos educandos, pois de acordo com Bazzo e colaboradores,

[...] o objetivo geral do professor é a promoção de uma atitude criativa, crítica e ilustrada, na perspectiva de construir coletivamente a aula e em geral os espaços de aprendizagem. Em tal “construção coletiva” trata-se, mais que manejar informações, de articular conhecimentos, argumentos e contra-argumentos, baseados em problemas compartilhados, nesse caso com implicações do desenvolvimento científico- tecnológico (BAZZO *et al.*, 2003, p. 149).

Atrelar o conceito às situações práticas cotidianas do aluno, de certa maneira leva o docente a fazer uso de diferentes disciplinas escolares, desta forma, atribui sentido a aprendizagem, de modo que situações interdisciplinares aproximem os estudantes de conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais, de forma a instrumentalizar os estudantes. Nesta perspectiva, a abordagem CTS para o ensino de Ciências requer “ensinar sobre os fenômenos naturais de uma forma que incorpore a ciência nos ambientes tecnológicos e sociais do aluno” (AIKENHEAD, 1994, p. 48, *tradução nossa*).

No processo de ensino e aprendizagem de química não é diferente, apesar da utilização da abordagem temática com enfoque CTS remeter aos alunos à conexão de assuntos de Educação Ambiental (EA) (SANTOS; MALDANER, 2011) e, conseqüentemente, contribuir para uma atuação participativa cidadã no âmbito social, o uso desta abordagem em sala de aula ainda é pouco empregada por professores em serviço.

A abordagem CTS também contempla a proposta do PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) (BRASIL, 2000), pois aproxima o aluno dos conceitos químicos através daquilo que ele vê, ouve e observa, associados às implicações sociais, ambientais, econômicas, políticas, éticas e culturais, possibilitando a formação de cidadãos críticos que vivem em sociedade e modificam o ambiente através da tecnologia (SANTOS; MALDANER, 2010). Uma das premissas da abordagem CTS no ensino de Química é preparar os estudantes para atuarem ativamente na sociedade diante de tomada de decisões individuais ou coletivas, buscando a formação de conceitos, atitudes e valores constituintes da participação social responsável (SANTOS; MORTIMER, 2002).

O objetivo principal da educação CTS é desenvolver a educação cidadã, ou seja, o papel da educação química envolvendo a abordagem CTS é o de educar para a cidadania, de maneira que o indivíduo seja capaz de utilizar os produtos tecnológicos desenvolvidos pela sociedade democrática, além de compreender e estabelecer uma opinião frente aos impactos causados por esses produtos (SANTOS, SCHNETZLER, 2014). Porém é preciso conhecer minimamente a química para fundamentar-se e participar da sociedade, de acordo com Santos e Schnetzler (2010), e segundo esses autores:

o objetivo básico do ensino de química para formar o cidadão compreende de informações químicas fundamentais que permitam ao aluno participar ativamente na sociedade, tomando decisões com consciência de suas conseqüências (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 103).

Portanto, ainda, o conhecimento químico contribui para o desenvolvimento de habilidades básicas como as de participação e julgamento, conforme os objetivos listados no Quadro 4.

**Quadro 4:** Objetivos do ensino de química para formar o cidadão.

- Desenvolver a capacidade de participar, tomar decisão criticamente.
- Compreender os processos químicos relacionados com a vida cotidiana.
- Avaliar as implicações sociais decorrentes das aplicações tecnológicas da química.
- Formar o cidadão em geral e não o especialista.
- Compreender a natureza do processo de construção do conhecimento científico.
- Compreender a realidade social em que está inserido para que possa transformá-la.

**Fonte:** Adaptado de Santos e Schnetzler (2014, p.104)

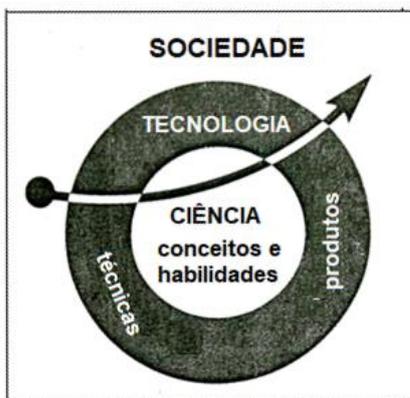
Com base em publicações científicas na área de Ensino e Educação em Ciências, percebe-se certo avanço da abordagem CTS de temas sociocientíficos que tratam de conteúdos de química, tais temas devem apresentar, de acordo com Santos e Schnetzler (2014), 5 etapas elencadas a seguir:

1) Uma questão social é introduzida; 2) Uma tecnologia relacionada ao tema social é analisada; 3) O conteúdo científico é definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; 4) a tecnologia correlata é estudada em função do conteúdo apresentado; 5) a questão social original é novamente discutida (SANTOS; SCHNETZLER, 2014, p. 85).

O esquema estrutural representado na Figura 1, proposto por Aikenhead (1994), apresenta a relação entre os elementos da tríade CTS durante a abordagem de temas sociocientíficos.

Para que haja a efetiva implementação da abordagem CTS em sala de aula, é essencial trabalhar temas sociocientíficos, pois contribuem para a contextualização da química envolvida no cotidiano do aluno, que por meio de discussões, envolvem os discentes com o conteúdo, levando-os a tomarem uma posição crítica frente ao contexto social apresentado (SANTOS, SCHNETZLER, 2014).

**Figura 1:** Esquema estrutural da abordagem CTS e suas relações.



**Fonte:** Adaptado de Aikenhead (1994, p.57)

A abordagem CTS apresenta uma multiplicidade de sentidos em sala de aula, sendo que diferentes autores buscam apresentar as características dessa abordagem, Aikenhead (1994), por exemplo, estabelece 8 categorias relacionadas a integração da abordagem CTS com os conteúdos de ciência (Quadro 5), sendo que a primeira categoria é representada como um grau mais simples, a qual o autor não considera como educação CTS, enquanto a 8ª categoria corresponde a abordagem CTS completa.

**Quadro 5:** Categorias CTS no Ensino de Ciências

1ª Motivação por meio de conteúdo CTS: o ensino de ciências tradicional com menção de conteúdo CTS de forma superficial para tornar o ensino mais atrativo. O autor relata que esta categoria não pode ser considerada como educação CTS, em que os estudantes não são avaliados pelo conteúdo CTS.

2ª Inclusão esporádica de conteúdo CTS: o conteúdo CTS é trabalhado superficialmente como um tópico no ensino de ciências tradicional, os estudantes são avaliados na proporção de 5% de conteúdos CTS e 95% de conteúdos de ciências.

3ª Inclusão sistemática de conteúdos CTS: o ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de conteúdos CTS integrados aos tópicos de ciências. Os estudantes são avaliados em 10% de conteúdo CTS e 90% de conteúdos de ciências.

4ª Uma disciplina específica de conteúdos CTS: uma disciplina de conteúdo CTS organiza os conteúdos de ciências e de sua sequência de ensino. Os estudantes são avaliados pelo seu aprendizado de conteúdo CTS, sendo 20% CTS e 80% ciências.

5ª Ciência por meio do conteúdo CTS: o conteúdo CTS serve como organizador dos conteúdos científicos e de sua sequência, o conteúdo científico é multidisciplinar, sendo determinado pelo conteúdo CTS. Os estudantes são avaliados pelo seu aprendizado do conteúdo CTS, sendo 30% CTS e 70% ciências.

6ª Ciência associada ao conteúdo CTS: o conteúdo CTS é o foco do ensino, o conteúdo relevante de ciências enriquece o aprendizado CTS. Os estudantes são avaliados igualmente no conteúdo CTS e no conteúdo de ciências.

7ª Inclusão de ciência no conteúdo CTS: o conteúdo CTS é o foco do ensino, o conteúdo de ciências é apenas mencionado, mas não é ensinado de forma sistemática. Os estudantes são avaliados em 80% de conteúdos CTS e 20% de conteúdos de ciências.

8ª Conteúdo CTS: trata-se de um estudo de uma questão tecnológica ou social relevante. O conteúdo de ciências é mencionado apenas para indicar a relação entre a questão estudada e a ciência. Os estudantes não são avaliados no conteúdo de ciências.

**Fonte:** Aikenhead (1994, p. 55, tradução nossa)

Para compreender as diferentes abordagens CTS no contexto escolar brasileiro, Strieder e Kawamura (2017) realizaram um trabalho de revisão por meio de um estudo teórico-empírico abrangendo 4 campos (ciência, tecnologia, sociedade, educação e educação científica) e as suas articulações com a abordagens CTS no Ensino de Ciências, a partir de referenciais teóricos destes campos e de artigos publicados em revistas nacionais da área de Ensino de Ciências e nos anais dos Encontros Nacionais de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC), no período de 2000 a 2010. Nesta pesquisa, as autoras desenvolveram uma matriz de referência que possibilita conhecer e reconhecer as diferentes dimensões da proposta CTS, além de contribuir para a “definição/seleção de elementos a serem priorizados em práticas escolares” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 50). A matriz apresenta duas dimensões: *Parâmetros da Educação CTS* e *Propósitos da Educação CTS*.

Os *Parâmetros da Educação CTS*, compreendem as diferentes formas de perceber a ciência, a tecnologia e a sociedade, permitindo discussões ligadas ao campo CTS na educação científica; constituídos por três elementos que buscam estabelecer relações entre os elementos da tríade CTS:

(i) **a racionalidade científica**, elemento que possui cinco diferentes abordagens: a primeira (1R), ligada à explicação da ciência presente no mundo, refere-se à abordagem que ajuda a entender a importância do conhecimento científico para compreensão do mundo natural e artificial; a segunda (2R) relaciona-se à discussão de malefícios e benefícios dos produtos da ciência, são reflexões acerca da utilização de produtos para o bem ou para o mal, nesta abordagem surgem críticas aos usos sociais da ciência; a terceira (3R), acompanhamento das investigações

científicas, engloba questionamentos sobre a racionalidade da ciência entendida como garantia de verdade absoluta; a quarta (4R), questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos, aborda críticas sobre os rumos das pesquisas, ou seja, por qual motivo pesquisar determinado problema e não outro; por fim, a quinta (5R), abordar as insuficiências da ciência, apresenta a visão de que o conhecimento científico é incapaz de compreender e resolver problemas reais, devido à complexidade do mundo.

(ii) **desenvolvimento tecnológico**, define-se por discussões sobre o avanço tecnológico como sinônimo de bem estar social, nele compreendem 5 abordagens possíveis na educação CTS: (1D) abordar questões técnicas, trata da compreensão de partes ou equipamentos que compõem determinados aparatos, cuja preocupação está voltada à importância da tecnologia para satisfazer necessidades; (2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade, destaca os recursos humanos necessários para o funcionamento de aparatos e as relações entre aparatos e sociedade, as quais podem ser positivas ou negativas; (3D) discutir especificidades e transformações carregadas pelo desenvolvimento tecnológico, explicita a preocupação com o sentido da palavra tecnologia, na educação, consiste em analisar o processo de construção e funcionamento de indústrias, por exemplo; (4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias, nela a tecnologia é conhecida por afetar a sociedade, pois é capaz de ditar valores, motivações, relações sociais e interpessoais; (5D) Discutir a necessidade de adequações sociais, nesta abordagem, a tecnologia precisa ser pensada de acordo com contexto em que está inserida.

(iii) **participação social** fundamenta-se na presença da sociedade para tomadas de decisões sobre CT, por existir problemáticas que não são resolvidas unicamente pela ciência, as cinco possíveis abordagens na educação CTS associadas à participação social são: (1P) aquisição de informações e reconhecimento do tema e suas relações com a ciência e a tecnologia; (2P) avaliação dos pontos positivos e negativos relacionados à temática, envolvendo decisões individuais em determinadas situações; (3P) discussões sobre decisões coletivas acerca dos problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia; (4P) identificação de contradições e o estabelecimento de mecanismos de pressão; (5P) compreensão das políticas públicas e a participação das esferas públicas.

Já a segunda dimensão, os *Propósitos da Educação CTS*, as referidas autoras abordam as perspectivas educacionais e os seus significados na educação CTS, tais propósitos são organizados em três grupos que objetivam uma educação científica que contribua para o desenvolvimento de **i) percepções** relaciona-se às aplicações e exemplificações do conhecimento científico relacionado ao contexto do aluno, consiste em contextualizar o conhecimento científico com o cotidiano do aluno; **ii) questionamentos** busca discutir as utilizações responsáveis de recursos naturais e de aparatos tecnológicos, de modo a refletir criticamente sobre as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade; **iii) compromissos sociais** ligados às ações para intervir em problemas sociais, permite que a sociedade desenvolva competências para ler criticamente a realidade.

A Figura 2 apresenta uma matriz relaciona os Parâmetros CTS e os Propósitos Educacionais.

**Figura 2:** Relação entre Parâmetro e Propósitos da Educação CTS

PROPÓSITOS EDUCACIONAIS ↓	PARÂMETROS CTS ↓		
	Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
Desenvolvimento de Percepções	(1R) Presença na Sociedade	(1D) Questões Técnicas	(1P) Informações
Desenvolvimento de Questionamentos	(2R) Benefícios e Malefícios	(2D) Organização e Relações	(2P) Decisões Individuais
	(3R) Condução das Investigações	(3D) Especificidades e Transformações	(3P) Decisões Coletivas
Desenvolvimento de Compromissos Sociais	(4R) Investigações e seus Produtos	(4D) Propósitos das produções	(4P) Mecanismos de Pressão
	(5R) Insuficiências	(5D) Adequações Sociais	(5P) Esferas Políticas

**Fonte:** Strieder e Kawamura (2017, p. 49)

Segundo as autoras, a matriz apresenta elementos que possibilitam posicionar e caracterizar as diferentes abordagens da Educação CTS presentes no Ensino de Ciências no contexto brasileiro. As autoras afirmam que a caracterização realizada não tem como objetivo único de classificar trabalhos com abordagem CTS, indo além, possibilita reconhecimentos das diferentes dimensões da Educação CTS praticadas no Ensino de Ciências ou que possam futuramente ser contempladas. Consideramos que a matriz proposta pelas autoras contribui para compreender a

polissemia do campo CTS na educação científica e que “[...] essa polissemia pode estar relacionada aos espaços pedagógicos que o pesquisador encontra para desenvolver seu trabalho e não, propriamente, a sua compreensão sobre CTS”. (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 50).

Já em âmbito internacional, Pedretti e Nazir (2011) realizaram um trabalho de revisão de cunho teórico envolvendo as principais ideias, princípios e práticas relacionadas à educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no currículo de Ciências. No trabalho, as autoras trouxeram para um período de 40 anos (1971 a 2011) os principais teóricos da educação CTSA, propondo seis correntes ligadas à educação CTSA: **(i) projeto/aplicação; (ii) histórica; (iii) raciocínio lógico (iv) valor centrado; (v) sociocultural; (vi) socioecojustiça**. Cada corrente foi explicada por meio de quatro enfoques: o foco, o objetivo do ensino de ciências, as abordagens predominantes e exemplos de estratégias. Na Tabela 1, são apresentadas, resumidamente, as principais características de cada uma das seis correntes trazidas pelas autoras.

**Tabela 1:** Correntes da educação CTSA

<b>Corrente</b>	<b>Foco</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Abordagens</b>	<b>Estratégias</b>
<b>Projeto/ Aplicação</b>	Resolução de problemas centrada na tecnologia	Solucionar problemas, transmitir conhecimentos e habilidades técnicas	Criativa, cognitiva e de experiências	Aprendizagem baseada em problemas e projetos
<b>Histórica</b>	Compreensão histórica das ideias e trabalhos científicos	Cultural e intelectual	Reflexiva, criativa e afetiva	Estudos de caso e simulações
<b>Raciocínio lógico</b>	Entender questões sociocientíficas e a tomada de decisões	Cidadania, Responsabilidade cidadã, tomada de decisões e o compartilhamento de ideias	Reflexiva e cognitiva	Uso de problemas sociocientíficos, análise de riscos e benefícios, modelos de tomadas de decisão
<b>Valor centrado</b>	Compreensão de problemas, tomada de decisão sobre questões sociocientíficas por meios éticos e morais	Cidadania, responsabilidade cidadã, tomada de decisões e o compartilhamento de ideias	Afetiva, moral, lógica e crítica	Estudos de caso, análise de casos sociocientíficos, uso da filosofia moral, esclarecimento de valores e tomadas de decisões morais.

<b>Corrente</b>	<b>Foco</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Abordagens</b>	<b>Estratégias</b>
<b>Sociocultural</b>	Entendimento da ciência e da tecnologia presente no contexto sociocultural	Cultural e intelectual, compartilhamento de ideias	Holística, reflexiva, experimental e afetiva	Estudos de caso, uso de casos sociocientíficos, contos e currículos integrados.
<b>Socioecojustiça</b>	Resolução de problemas sociais e ambientais por meio de ações humanas	Cidadania, responsabilidade cidadã, solução de problemas.	Criativa, afetiva, reflexiva, crítica, experimental, baseada em contexto	Uso de problemas sociocientíficos, estudos de caso, debates, planos de ação, utilização de recursos em contextos locais e globais

**Fonte:** Adaptado de Pedretti e Nazir (2011, p. 607- 608)

As autoras, Pedretti e Nazir (2011), consideram que as correntes propostas no artigo podem servir como ferramenta didática para outros pesquisadores, contribuindo para compreensão dos educadores de suas escolhas e práticas teóricas no campo da educação CTSA.

A partir das diferentes características apresentadas sobre a abordagem CTS, percebe-se a importância de trabalhar temas que permitam a compreensão da ciência/química, partindo da importância do seu papel para a sociedade, o qual vai além dos conceitos, pois aborda os processos industriais, assim como suas implicações ambientais e das possíveis soluções do problema. Porém, para desenvolver um tema sociocientífico é necessário planejamento, domínio do assunto e do conteúdo, além de uma visão crítica (SANTOS, SCHNETZLER, 2014). É claro que é preciso ir mais fundo nas razões, nos impactos e nas perspectivas das abordagens para a educação contemporânea e especialmente, adotar um olhar atento às temáticas trabalhadas em classe, para que estas sejam capazes de atender às demandas do intenso processo de transformação econômica, técnico-científica, social, cultural e política pelo qual passa a sociedade moderna.

Frente aos desafios contemporâneos no âmbito educacional, é primordial que a instituição de ensino dê liberdade de escolha para que os professores planejem suas aulas e utilizem de temas sociocientíficos para a estruturação e aplicação de atividades pertinentes aos conhecimentos científicos, dessa forma, o professor poderá colaborar no rompimento de visões simplistas durante o processo de ensino e aprendizagem e; conseqüentemente, formar cidadãos questionadores, aptos a tomar decisões e refletirem de maneira consciente (ZANON; FREITAS, 2007).

Tendo em vista a contribuição do enfoque CTS para o processo de ensino e aprendizagem e da relevância do tema elementos Terras Raras para o ensino de química, planejamos e realizamos uma sequência didática com essa temática, de forma a contribuir para esta área de pesquisa e fortalecer a importância do conhecimento científico para leitura da realidade e, desmistificar a visão do aluno de que a Química é uma ciência distante e que não está presente no dia a dia.

#### 1.4 Elementos TR

A descoberta dos elementos Terras Raras (TR) teve início em 1787, quando Carl Axel Arrhenius descobriu a gadolinita, mineral composto de silicatos de cério, lantânio, neodímio, ítrio, berílio, e ferro, principalmente, este mineral foi encontrado em Ytterby, uma região próxima de Vaxholm na Suécia (ROCIO *et al.*, 2012). Porém, apenas em 1913, Henry Moseley utilizou espectro de raios X para quantificar esses elementos, ao quais são abundantes na crosta terrestre, mas de difícil extração, atribuindo à sua produção, um alto preço (ROCIO *et al.*, 2012). O grupo de elementos TR compreendem os elementos: escândio (Sc) e ítrio (Y) e os lantanídeos, localizados no grupo 3 da tabela periódica. Os elementos Sc e Y são elementos do bloco d e os lantanídeos são elementos do bloco f. Os lantanídeos, também denominados elementos do bloco 4f, são constituídos pelos elementos: lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), promécio (Pm), samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb) e lutécio (Lu). A Figura 3, demonstra a localização desses elementos na Tabela Periódica.

**Figura 3:** Tabela Periódica com destaque aos elementos TR.

Sc	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Y														

→ Lantanídeos

Terras Raras

O nome “terras raras” deve-se ao fato de que na época de seu descobrimento os elementos TR, encontrados como óxidos, tinham aparência terrosa e eram considerados muito escassos devido ao desconhecimento de processos de purificação desses elementos. Mas hoje em dia, sabe-se que esses elementos não são raros e alguns deles são mais abundantes de que o cobre e chumbo, por exemplo, (MIRANDA JR, 2000).

Os elementos TR, apesar de pouco conhecidos pela sociedade, são extremamente importantes na produção de tecnologias como computadores, celulares, lâmpadas especiais, além de contribuir para o desenvolvimento de veículos híbridos e energias limpas como a eólica e a solar, tais características conferem aos TR destaque no âmbito da indústria, atribuindo aos países que consomem esses elementos em grande quantidade, o título de desenvolvidos industrialmente (FILHO; SERRA, 2014).

### **1.5 Elementos TR no Brasil**

Os minerais são conhecidos por serem fundamentais para o desenvolvimento de um país, principalmente com o crescimento das populações, sendo necessária uma quantidade maior de minerais para atender a essas demandas (LUZ; LINS, 2005).

Por possuir grandes riquezas, desde a era colonial, o Brasil exporta matéria-prima a fim de crescer economicamente e expandir o mercado minerador, tornando-se referência mundial. Atualmente, com a inovação tecnológica, o país se organiza para voltar a retirar minerais que apresentam TR em sua composição e utilizar da C&T para explorá-los, pensando nisso, houve a criação da Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática (CCT), a qual estuda como explorar, produzir e industrializar os elementos terras raras novamente (SENADO FEDERAL, 2013).

A exploração desses elementos não é algo novo, em 1886 até meados do século XX, nosso país foi o maior exportador mundial de Monazita, mineral que foi extraído de reservas litorâneas baianas até 1990, porém a extração foi descartada devido a elementos radioativos associados, dificultando o processamento e a burocracia legislativa para a extração (ROCIO *et al.*, 2012).

Além da Monazita ((La, Ce, Th) PO<sub>4</sub>), mais de 250 minerais que contêm TR em sua composição podem ser utilizados para a confecção de materiais ou aparatos tecnológicos, os mais utilizados, além da monazita, são a bastnasita ((La,Ce,Nd)CO<sub>3</sub>F) e a xenotima ((Y,Dy,Yb)PO<sub>4</sub>) (FILHO; SERRA, 2014).

Com a indústria de inovação tecnológica, os TR são conhecidos como o “ouro do século XXI” e são vistos como minerais estratégicos para o Brasil, objetivando a exportação, devido a possíveis restrições impostas pelo território chinês, como “tributos mais altos sobre os minérios, restrições rigorosas às exportações e pressões para o processamento do minério no próprio país” (ROCIO, *et al.*, 2012, p. 384-385).

A China é o maior produtor global e avança na fabricação de produtos finais, é responsável por controlar 90% da demanda mundial, porém o Brasil possui a segunda posição, com 22 milhões de toneladas de TR, por isso, possui enorme potencial para ser um produtor de ETRL (Elementos Terras Raras Leves), elementos que correspondem a parte inicial da série dos elementos lantanídeos (La, Ce, Pr e Nd), aqueles com menor número atômico da série (MIRANDA JR, 2000).

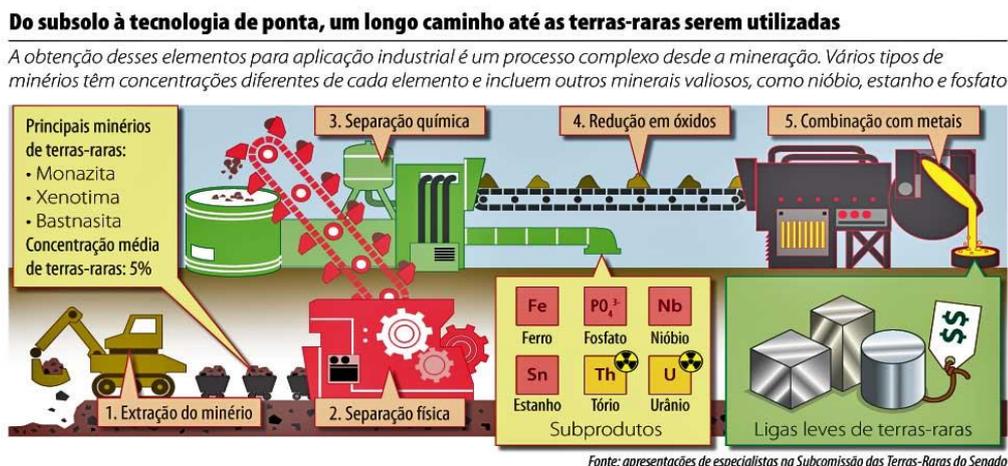
**Figura 4:** Reservas de TR



**Fonte:** USGS, 2019. Disponível em: <https://institutominere.com.br/blog/brasil-tem-segunda-maior-reserva-mundial-de-terras-raras-mas-nao-aparece-entre-os-maiores-produtores>

A cadeia produtiva desses elementos passa por várias etapas: 1º o minério é extraído; 2º o minério é beneficiado; 3º o minério é concentrado por meio do processo de flotação; 4º separação dos óxidos de TR; 5º refinamento e conversão em metais; 6º combinação com outros metais- ligas TR (MARTINS, *et al.*, 2014). A Figura 5 ilustra o processo de produção dos elementos TR, a qual demonstra o valor agregado a esse processo.

**Figura 5:** processo de obtenção de TR



**Fonte:** Revista de audiências públicas do Senado Federal, 2013. Disponível em: <[http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/upload/201304%20-%20setembro/ed17\\_imgs/ed17\\_p15\\_info.jpg](http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/upload/201304%20-%20setembro/ed17_imgs/ed17_p15_info.jpg)>. Acesso: 25 de janeiro de 2020.

A extração de ETR no Brasil iniciou-se na década de 40 e foi controlada pela empresa ORQUIMA S/A, na cidade de São Paulo. Outras empresas foram criadas, responsáveis pelo tratamento físico e químico das areias até os anos 60, a Mibra Mineradora Brasileira S.A e a Sulba – Sociedade Comercial de Minérios Ltda., empresas que deram origem ao CBTN, a qual fez parte da Nuclebrás, extinta na década de 90 e suas atividades repassadas à INB- Indústrias Nucleares do Brasil (INB, 2016) atualmente, responsável pela extração de TR no país.

No Brasil, de acordo com Takehara (2015), desde 2014 há uma planta piloto no Rio de Janeiro para produzir a partir de concentrados de óxidos de ETR com pureza superior a 99%, a fim de produzir aproximadamente 17 mil toneladas ao ano de OTR a partir de 2020, porém a demanda atual para extração é interna e estudos na área são desenvolvidos para futura exportação, devido ao potencial desses elementos, pois são utilizados para confeccionar alguns materiais, tais como: fósforo para tubos, lentes especiais; catalisadores de automóveis, tubos catódicos de televisor em cores; ímãs permanentes para mini motores; cristais geradores de laser, catalisadores para o refino de petróleo, compostos para ressonância magnética nuclear; supercondutores e absorvedores de hidrogênio (MARTINS *et al.*, 2014).

### 1.6 A importância do tema TR no Ensino de Química

No âmbito da educação em química existem diversos temas que são vastamente conhecidos e utilizados para um Ensino de Química contextualizado, porém um assunto que é pouco ou até mesmo não abordado no Ensino Médio é a

relação dos elementos TR com os aparatos eletroeletrônicos no cotidiano das pessoas.

Ao professor de química do Ensino Médio, em algum momento durante sua formação, lhe foi apresentado algumas propriedades e aplicações dos elementos TR, provavelmente na disciplina de Química Inorgânica durante abordagem de complexos metálicos com elementos do bloco f ou de forma abreviada na Química Geral, ao estudar a classificação periódica dos elementos químicos, mas com um enfoque meramente explicativo, sem maiores aprofundamentos (CABRAL, 2014). Esse mesmo autor (p.5) ressalta tal afirmação, quando diz que “até mesmo alunos do Ensino Superior desconhecem as propriedades e aplicações dessas substâncias, não havendo disciplinas que abordem o tema especificamente”.

Os elementos TR apesar de não serem abordados com detalhes nas aulas de química no Ensino Médio, possuem uma gama de utilizações cotidianas que fazem parte da vivência dos jovens e adolescentes, os aparatos tecnológicos, como tablets, computadores, notebooks e celulares, dentre inúmeras outras aplicações, como demonstrado na tabela a seguir (Tabela 2).

**Tabela 2:** Aplicações elementos terras raras

<b>Elemento</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Aplicações</b>
<b>Céριο</b>	Ce	Agente oxidante; pó para polimento; colorante amarelo em vidros e cerâmicas; catalisadores em fornos autolimpantes; catalisadores de fluidos em refinarias de petróleo.
<b>Disprósio</b>	Dy	Ímãs permanentes; lasers.
<b>Érbio</b>	Er	Lasers; liga de aço-vanádio.
<b>Európio</b>	Eu	Pigmento em tubos de raios catódicos; lasers; adicionado ao mercúrio em lâmpadas a vapor; agente de relaxação em ressonância magnética nuclear
<b>Gadolínio</b>	Gd	Ímãs; vidros de alto índice de refração; lasers; tubos de raios X; chips de memória; captura de nêutrons; agente de contraste em imagens de ressonância magnética; agente de relaxação em ressonância magnética nuclear
<b>Hólmio</b>	Ho	Cerâmicas, lasers e aplicações nucleares.
<b>Lantânio</b>	La	Catálise automotiva, Vidros de alto índice de refração; armazenamento de hidrogênio; eletrodos de bateria; lentes de câmeras; catalisadores de fluidos em refinarias de petróleo
<b>Lutécio</b>	Lu	Detectores para tomografia por emissão de pósitrons; vidros de alto índice de refração.
<b>Neodímio</b>	Nd	Ímãs; lasers; colorante violeta em vidros e cerâmicas.
<b>Praseodímio</b>	Pr	Ímãs; lasers; iluminação de arco de carbono; colorantes em vidros e esmaltes; aditivo em lentes de óculos de soldagem.

<b>Promécio</b>	Pm	Baterias nucleares.
<b>Samário</b>	Sm	Ímãs; lasers; captura de nêutrons
<b>Térbio</b>	Tb	Ímãs permanentes; pigmento verde em tubos de raios catódicos; lasers; lâmpadas fluorescentes
<b>Túlio</b>	Tm	Máquinas portáteis de raios X, Tubos de feixes eletrônicos
<b>Itérbio</b>	Yb	Indústrias química e metalúrgica como Lasers de infravermelho e agente químico redutor.
<b>Ítrio</b>	Y	Em laser de ítrio-alumínio; supercondutores de alta temperatura; em vanadato de ítrio como receptor do európio (pigmento vermelho em tubos de raios catódicos); filtro de micro-ondas.
<b>Escândio</b>	Sc	Indústria aeroespacial, bastões de baseball, aplicações nucleares, iluminação e supercondutores.

**Fonte:** Adaptado de LAPIDO-LOUREIRO, 2013 e ROCIO; SILVA; CARVALHO; CARDOSO, 2012).

Ao tratar das questões sociais envolvidas, os processos de extração, principalmente o da monazita, causam impactos irrecuperáveis ao meio ambiente (LAPIDO; LOUREIRO, 2013). Outro fator é o “resíduo eletrônico”, pois somos bombardeados constantemente pela mídia a trocar nossos aparelhos eletrônicos por novos e o que é feito com os aparelhos descartados? Segundo O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2015), cerca de 40 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos são descartadas no mundo por ano, no Brasil, 20 mil toneladas, apenas de celulares e impressoras, é o país com maior produção de resíduos eletroeletrônicos do mundo. Esse resíduo eletrônico é uma fonte significativa de TR e a partir do avanço da tecnologia, viabiliza reciclagem, diminuindo a atividade mineradora, preservando o ambiente (ROCIO *et al.*, 2012).

## CAPITULO II

### 2 PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma abordagem qualitativa predominante, porém, em alguns momentos utilizamos aspectos da abordagem quantitativa. Para que uma pesquisa seja considerada qualitativa é necessário cumprir algumas características e, de acordo com Lüdke e André (1986), são elas:

a) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; b) Os dados coletados são predominantemente descritivos; c) A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; d) O significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador; e) A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 44).

O método de pesquisa utilizado neste projeto foi o da pesquisa-ação, e de acordo com Thiollent (2005) é um método de pesquisa social, a qual se desenvolve a partir da relação entre ação ou resolução de problema, de modo que os envolvidos cooperem entre si. A pesquisa-ação colabora para o engajamento dos alunos nas atividades, sabendo que após identificar a problemática enfrentada em sala de aula, é possível levantar hipóteses e elaborar novas estratégias para o maior engajamento dos discentes.

Os instrumentos de coleta de dados desta pesquisa foram: a observação das aulas, a gravação das aulas, os registros realizados pelos alunos durante as atividades, entrevista e a evocação de palavras no início da intervenção didática na sala de aula. De acordo com Gil (1999), a coleta de dados exige especial observação, por ser uma etapa extremamente importante para o desenvolvimento de uma pesquisa, desde a sua formulação até a análise dos dados. Para Lüdke e André (1986, p. 26), “a observação direta permite também que o observador chegue mais perto da ‘perspectiva dos sujeitos’, um importante alvo nas abordagens qualitativas”.

Neste trabalho aplicamos uma sequência didática (SD) com o tema “Elementos Terras Raras” para três turmas de estudantes do período matutino da 1ª série do ensino médio, aproximadamente 120 alunos, por um período de três meses. A SD foi desenvolvida em uma escola pública Estadual da zona norte de São Paulo no segundo semestre de 2018.

A pesquisa de mestrado foi organizada em três Etapas: ETAPA I – Revisão Bibliográfica; ETAPA II – Desenvolvimento e aplicação da sequência didática; ETAPA III - Análise dos dados e discussão dos resultados.

## **2.1 ETAPA I – Revisão Bibliográfica**

A revisão bibliográfica foi realizada a fim de compreender as principais relações estabelecidas entre a abordagem CTS e o Ensino de Química, utilizando o Catálogo de Teses da Capes da Plataforma Sucupira, realizamos um levantamento das Dissertações de Mestrado Profissional no período de 2013 a dezembro de 2019, identificando suas características e particularidades. Uma segunda revisão bibliográfica exploratória também foi desenvolvida com base nos pressupostos da Teoria da Representação Social, utilizando artigos publicados em periódicos qualis Capes A1 no período de 2000 a dezembro de 2018, com o intuito de traçar um parâmetro das principais pesquisas ligadas à educação em Ciências e a Representação Social. A revisão bibliográfica realizada com os dois temas é apresentada no capítulo IV desta dissertação.

## **2.2 ETAPA II - Desenvolvimento e aplicação da Sequência Didática**

### **2.2.1 A escola e os alunos participantes da Pesquisa**

A escola pública em que realizamos a pesquisa é uma escola estadual, localizada na região norte da cidade de São Paulo. A escola funciona em período integral, das 7h00 às 23h00, e atende diferentes níveis de escolaridade. No momento da pesquisa, em 2018, a escola apresentava um total de 997 alunos matriculados no Ensino Fundamental II, no Ensino Médio e na Educação de Jovens e Adultos (EJA) na modalidade de Ensino Médio.

Em sua organização estrutural, a escola possui 10 salas de aula, 1 sala de leitura, 1 biblioteca, 1 quadra coberta, 1 quadra descoberta e 1 refeitório. Uma das deficiências da escola é não possuir laboratório de Ciências/Química. Libâneo (2010, p. 303) explica que para que uma escola tenha bom funcionamento deve “disponibilizar de condições físicas e materiais, recursos didáticos que propiciem aos alunos oportunidades concretas para aprender”. Além dessa estrutura, a escola possui sala de multimídia e laboratório de informática contendo computadores conectados a rede de internet, porém não disponíveis para uso de alunos durante as aulas, este provimento eletrônico- educativo, conforme Libâneo (2010)

[...] está associado a certa ansiedade e corrida produzidas pela revolução tecnológica e pelas demandas e finalidades diversas de políticas educacionais em intenso processo de transformações técnico-científicas, econômicas, sociais, culturais e políticas pelas quais passam as sociedades contemporâneas (LIBÂNEO, 2010, p. 109).

Para melhor atender os alunos, a instituição oferece serviços de orientação educacional, no segundo semestre de 2018 iniciou um projeto, juntamente com os professores da unidade, para identificar quadros de depressão, dificuldades de relacionamento interpessoal, dentre outros. Os discentes que apresentam algum tipo de dificuldade são encaminhados para acompanhamento psicopedagógico ou psicológico, o objetivo do acompanhamento é refletir melhorias na escola.

Essa organização escolar pode interferir no rendimento dos alunos, segundo Libâneo (2010) o modo de funcionamento de uma escola faz diferença nos resultados escolares dos alunos, pois a equipe deve estar disposta para aceitar inovações, observando o critério de mudar sem perder a identidade. Considerar também que as regras não devem ser inseridas de maneira rígida, imposta, mas os professores devem captá-las de forma crítico- reflexiva.

As características apontadas reforçam a ideia de que a qualidade de ensino depende de mudanças na organização escolar e envolve a estrutura física, as condições de funcionamento e as relações entre alunos, professores e funcionários, ou seja, é a escola como um todo que deve se responsabilizar pela aprendizagem dos alunos, levando em consideração os aspectos sociais, culturais e econômicos que afetam o estabelecimento de ensino.

Em relação aos alunos, a escolha por turmas de 1ª série do Ensino Médio deve-se ao contato inicial que esses alunos passam a ter com a disciplina de química, além de proporcionar aos alunos a oportunidade de participar de estratégias didáticas diferentes das tradicionais, a fim de despertar não apenas o gosto pela disciplina, mas que eles consigam identificar e estabelecer relações entre o ensino de química e o cotidiano.

Os 120 alunos participantes da pesquisa estudavam no período matutino e tinham idade entre 15 e 17 anos, maioria do sexo masculino, 62% dos alunos exerciam atividades contra turno como cursos profissionalizantes ou estágios remunerados.

A aplicação da SD contou com a participação da professora das turmas, que tinha dois anos de serviço e era efetiva na unidade educacional. A professora é formada em Licenciatura em Química em uma Instituição pública federal. A professora foi a responsável pelo desenvolvimento e condução principal das atividades, sendo que a pesquisadora entrevistou com comentários e contribuições pertinentes a cada atividade, visando à motivação e o interesse dos alunos pelos temas estudados na química, além de contribuir para a formação de um cidadão crítico e participativo na comunidade em que vive, sendo este um dos objetivos da abordagem CTS na educação.

Os conceitos de química envolvidos na SD foram: tabela periódica, classificação de elementos químicos, distribuição eletrônica, funções inorgânicas e experimentação. Tais conceitos fazem parte do conteúdo programático de química da 1ª série do Ensino Médio e foram inseridos de forma a estabelecer relações com o que o aluno já conhece.

O projeto desta pesquisa antes de seu início foi submetido para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa do IFSP e foi aprovado com parecer número 2.879.730.

Os alunos e alunas da turma selecionada foram convidados para participar voluntariamente desta pesquisa e todos aceitaram o convite. Antes do início da realização do trabalho, os discentes levaram para casa o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) para ser assinado pelos seus pais ou responsáveis.

### **2.2.2 A intervenção didática na escola**

As aulas foram ministradas pela professora efetiva das turmas, sendo que a pesquisadora realizou intervenções durante as atividades, a SD ocorreu em três momentos, os quais totalizaram 13 aulas, cada uma com duração de 50 minutos.

**1º momento**- concepções prévias dos estudantes.

A 1ª aula foi empregada para apresentar a pesquisa aos estudantes das turmas participantes e também para fazer a investigação das concepções prévias desses alunos sobre o tema “mineração”, a partir da estratégia de evocação livre de palavras (APÊNDICE D), utilizando-se as seguintes questões:

1. Escreva 5 palavras ou termos que te fazem lembrar mineração.

2. Classifique as palavras em ordem de importância, sendo que a 1ª palavra é a mais importante e a 5ª a menos importante.
3. Explique por que você escolheu cada uma dessas palavras.

A evocação/associação livre de palavras, segundo Sá (1996), consiste em solicitar aos sujeitos da pesquisa que falem o que a frase ou termos indutores trazem imediatamente à mente.

**2º momento-** Aplicação da sequência didática (SD).

A SD foi aplicada durante 11 aulas e os conteúdos abordados e o desenvolvimento de cada aula são apresentados no Quadro 6.

**Quadro 6:** Sequência didática

<b>Aulas</b>	<b>Conteúdo abordado</b>	<b>Objetivo</b>
<b>1</b>	A imagem da mineração brasileira	Familiarizar os alunos com as problemáticas envolvidas no extrativismo mineral.
<b>2</b>	Minerais, minérios e mineração: definição	Compreender a diferença entre mineral, minério e metal, além de relacionar as problemáticas e benefícios da mineração no contexto nacional.
<b>3</b>	Usos, aplicações e implicações das terras raras	Estabelecer relações entre os elementos terras raras e a composição de alguns materiais encontrados no cotidiano.
<b>4</b>	Pesquisa direcionada	Identificar as principais características dos elementos terras raras presentes no material escolhido e a sua função.
<b>5</b>	Elementos Químicos e o mapa do BRASIL	Aprender a manusear a tabela periódica, localizando os elementos químicos a partir de suas características.
<b>6</b>	Óxidos: como estão na natureza	Familiarizar os alunos sobre a disposição dos elementos terras raras no território nacional e como eles são encontrados na natureza.

<b>Aulas</b>	<b>Conteúdo abordado</b>	<b>Objetivo</b>
<b>7</b>	Características dos elementos Terras Raras	Conhecer as principais características químicas
<b>8</b>	A luz das terras raras: excitação eletrônica	Diferenciar fluorescência e fosforescência relacionando o funcionamento da luz emitida em eletroeletrônicos com os elementos terras raras.
<b>9</b>	Resíduo eletrônico	Conscientizar os alunos sobre a importância do descarte correto de resíduo eletrônico.
<b>10</b>	Atividade direcionada	Compartilhar as informações que os alunos consideraram mais importantes, com a comunidade escolar, fazendo uso de cartazes.
<b>11</b>	Relato de aprendizagem	Contribuir com a organização de ideias e obter informações sobre o desenvolvimento da SD.

**Fonte:** Própria

**Aula 1-** Em grupos, os alunos escolheram imagens retratando a extração mineral no território brasileiro; tais figuras foram expostas no centro da sala de aula e cada aluno, individualmente, escolheu a paisagem que mais lhe chamou a atenção. Em seguida cada aluno elaborou um texto para relacionar a imagem da figura com a mineração no território brasileiro.

**Aula 2-** A professora apresentou as problemáticas relacionadas ao extrativismo mineral e a utilização de minerais no território brasileiro, além de diferenciar mineral, minério e metal.

**Aula 3-** Em grupos os alunos receberam uma figura (Anexo 1) retratando os principais usos e aplicações dos elementos terras raras para discussão e troca de opiniões, com o intuito de incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico e a defesa de seu ponto de vista sobre os aspectos negativos, inicialmente abordados, comparando-os com os aspectos positivos, neste caso, a vasta utilidade para confecção de diferentes materiais, por exemplo, eletroeletrônicos.

**Aula 4-** Escolha pelos alunos de dois dispositivos, dentre aqueles vistos na aula anterior (lâmpada, TV, câmera, notebook, etc.), para realização de uma pesquisa sobre os elementos terras raras envolvidos no processo de fabricação desses

equipamentos, além das características e localização desses elementos no território brasileiro.

**Aula 5-** A atividade teve início com a divisão dos alunos em 5 grupos, cada grupo trabalhou com uma região geográfica do país, de modo a encontrar os possíveis símbolos químicos nos nomes dos Estados, utilizando a Tabela Periódica (Anexo 2), conforme o exemplo:

***Alagoas → Al-Ag-O-As***

***Al de alumínio, Ag de prata, O de oxigênio e As de arsênio***

**Aula 6-** Por meio de uma imagem da localização dos elementos terras raras no território brasileiro, foi dialogado sobre as problemáticas relacionadas ao extrativismo mineral, destacando a forma química que esses elementos se encontram na natureza (forma de óxidos), além de abordar a localização das terras raras e a exploração destes elementos no território brasileiro por meio da leitura de um texto (Anexo 3).

**Aula 7-** O estudo da distribuição eletrônica colaborou na identificação das características dos elementos terras raras, além disso, foram tratadas as principais propriedades desses elementos.

**Aula 8-** Por meio de uma atividade experimental<sup>1</sup> (Apêndice E), utilizando água tônica, caneta marca texto e a lanterna de celular<sup>2</sup> (no celular foi feita uma adaptação na luz da câmera para que se tornasse em luz negra) foi demonstrada aos alunos a importância do conhecimento sobre o espectro eletromagnético, de conceitos sobre processos de luminescência/fluorescência e como ele acontece nas telas de celular, TV e tablet. O modelo atômico de Bohr contribuiu no entendimento da excitação eletrônica que ocorre durante o fenômeno. Individualmente o aluno escreveu como foi a sua experiência ao realizar a atividade prática e qual foi o conhecimento adquirido.

**Aula 9-** Foi exibido um vídeo de uma reportagem exibida pelo Planeta Amazônia da Rede Amazon Sat<sup>3</sup> sobre: “a importância do descarte correto do resíduo eletrônico”, trata-se de uma reportagem jornalística sobre os impactos causados ao meio ambiente e à sociedade devido ao descarte incorreto de resíduos eletrônicos e a importância de sua destinação adequada.

---

<sup>1</sup> Líquido fluorescente- <http://www.manualdomundo.com.br/2011/08/liquido-fluorescente/>

<sup>2</sup> <http://www.manualdomundo.com.br/2015/01/como-fazer-luz-negra-caseira-usando-celular/>

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=F8f8Di3O8ic>

**Aula 10-** Em grupos, os alunos desenvolveram cartazes sobre o uso consciente de materiais eletrônicos, além da pesquisa de locais de descarte no estado de São Paulo. Tal trabalho foi exposto no ambiente escolar com o intuito de alcançar outros alunos e professores.

**Aula 11-** Individualmente os alunos fizeram uma redação explicitando os aspectos positivos e negativos sobre o aumento da utilização de elementos TR no Brasil, além de responderem ao questionário final destacando o que acharam mais importante no decorrer da sequência.

Todas as atividades foram mediadas a partir de intervenções nas aulas e de Estudos Dirigidos ou Roteiros de Estudos para que as mesmas fossem realizadas dentro da perspectiva CTS. Estas atividades possibilitaram a abertura de espaço para participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento, além de promover debates e discussões constantes entre alunos e alunos-professor, desenvolvendo assim, os conteúdos atitudinais, procedimentais e comportamentais nos alunos.

**3º momento-** Aplicação do questionário final aos alunos e a avaliação da professora.

Na 13ª aula da intervenção didática, utilizamos um questionário para entrevistar os alunos (Apêndice F) para verificar as opiniões frente ao desenvolvimento da SD. A professora também respondeu a um questionário (Apêndice H) para avaliar as atividades realizadas com seus alunos durante a pesquisa.

### **2.3 ETAPA III - Análise e Discussão dos Resultados**

Os dados coletados durante a SD foram analisados de forma descritiva, sendo que a evocação livre de palavras, no 1º momento da intervenção didática, foi analisada com base na Teoria das Representações Sociais e a redação final, com base nos pressupostos da Análise de Conteúdo de Bardin.

#### **2.3.1 Teoria da Representação Social**

Muitas técnicas de análise de dados são conhecidas no âmbito educacional, porém o pesquisador deve selecionar a técnica que melhor trata as relações cotidianas dos discentes com o conteúdo abordado. No caso das atividades que envolvem conceitos, podem ser considerados os conhecimentos prévios dos alunos para que haja a compreensão do assunto proposto (PAULA; REZENDE, 2009). A Representação Social (RS) é uma dessas técnicas e o seu uso em pesquisas

desenvolvidas nas áreas de ensino e de educação vem crescendo nos últimos anos, já que esta técnica possibilita levantar as concepções intrínsecas de cada indivíduo e do coletivo. Esta técnica já é estudada há anos, historicamente, Serge Moscovici resgatou em 1961 o conceito de RS, que trata, por meio da psicologia social, de fenômenos observados e analisados tanto individuais, quanto no âmbito coletivo (SÊGA, 2000).

Inicialmente, Serge Moscovici buscava renovar métodos, teorias e temáticas relacionadas à psicologia social (SÁ, 1996), a Representação Social foi caracterizada por Moscovici (2007, p. 30) como “uma manifestação do pensamento científico”, ressaltando que ao estudar o sistema cognitivo, pressupõe que cada indivíduo comum é capaz de responder aos fenômenos e acontecimentos da mesma forma que os especialistas, de modo que o processamento de informações contribua para a compreensão.

Em 1978 Moscovici fundou a Teoria das Representações Sociais (TRS) formalmente, a qual teve como base para sua estruturação, pensadores renomados no âmbito da filosofia, sociologia e antropologia, como Piaget, Vygostsky, Dunkheim, Mauss e Lévy-Bruhl (PEREIRA, 2016). Moscovici explicitou que esta técnica pode ser dividida em dois processos, um intitulado de ancoragem e o outro de objetivação, os quais estão descritos a seguir, de acordo com Silva (2010):

A ancoragem é entendida como uma forma de classificar ou dar nome a “alguma coisa” e, objetivar, é entendido como a transformação de algo abstrato em algo mais concreto ou, ainda, como a transformação de algo que está na mente em algo do mundo real. A objetivação visa transformar algo que está no nível abstrato, desconhecido para outro, mais acessível, tornando-o mais concreto e objetivo (SILVA, 2010, p. 539).

Para entender a TRS e desenvolvê-la, é essencial conhecer o que é a Representação Social e o que esta técnica é capaz de contribuir. De acordo com Sêga (2000) as RS são capazes de interpretar e pensar o cotidiano do social:

As representações sociais se apresentam como uma maneira de interpretar e pensar a realidade cotidiana, uma forma de conhecimento da atividade mental desenvolvida pelos indivíduos e pelos grupos para fixar suas posições em relação a situações, eventos, objetos e comunicações que lhes concernem. O social intervém de várias formas: pelo contexto concreto no qual se situam grupos de pessoas, pela comunicação que se estabelece entre eles, pelo quadro de apreensão que fornece sua bagagem cultural, pelos códigos,

símbolos, valores e ideologias ligados às posições e veiculações sociais específicas (SÊGA, 2000, p. 128).

Moscovici (2007) defende que a Representação Social contribui para o entendimento do pesquisador de como determinado assunto é visto pelas pessoas, como e o que pensam. Além disso, destaca que as Representações Sociais são uma forma de entender e informar algo que já é sabido, argumenta que “nenhuma mente está livre dos efeitos de condicionamentos anteriores que lhes são impostos por representações, linguagem ou cultura” (2007, p. 35).

Mas, a ação de representar determinado tema não é algo fácil de ser realizado, pois além de algo visual (imagem) a representação carrega um caráter simbólico (JODELET, 2001). Jodelet (2001, p. 24) caracteriza as Representações Sociais como “uma forma de conhecimento socialmente elaborada e compartilhada, que tem um objetivo prático e concorre para a construção de uma realidade comum a um conjunto social”.

A partir de tais características, inferimos que a técnica de representar determinado objeto pode ser realizada independentemente do nível social ou do grau de conhecimento do indivíduo, por se tratar de algo intrínseco, presente no entendimento coletivo, partindo de experiências sociais e suas práticas, em conjunto com o saber científico e o escolar (GAZINELLI; PENNA, 2006), além de acolher as ideias de “senso comum” desenvolvendo o hábito da reflexão consciente e crítica (ZANON; FREITAS, 2007).

Para o desenvolvimento desta pesquisa, durante a etapa inicial, foi utilizada a evocação/associação livre de palavras que segundo Sá (1996) consiste em solicitar aos sujeitos da pesquisa que falem o que a frase ou termos indutores trazem imediatamente à mente, cuja análise se baseou em uma das vertentes de análise proposta por Abric (1976), a abordagem para a RS voltada para o campo semântico, cuja associação livre de palavras busca investigar a estrutura da dimensão cognitiva da representação social, neste caso, a abordagem trata da Teoria do Núcleo Central (TNC), a qual foi proposta por Jean-Claude Abric (1976), caracterizando a “organização em torno de um núcleo central, que se constitui de um ou vários elementos, tais contribuem na significação da representação” (ABRIC, 2000, p.131).

A Teoria do Núcleo Central utiliza do conhecimento prévio a fim de encontrar o Núcleo Central e o Periférico proposta por Abric (1976), sabe-se que o levantamento

de conhecimentos prévios é uma etapa importante, pois leva o indivíduo a se sentir participante do processo de construção do conhecimento, e é necessária a existência de uma ligação entre o tema proposto com o cotidiano. Esses dois sistemas: central e periférico, se complementam em uma Representação Social. Sá (1996) enumera as características do sistema central;

1. É marcado pela memória coletiva, refletindo as condições sócio-históricas e os calores do grupo;
2. Constitui a base comum, consensual, coletivamente partilhada das representações, definindo a homogeneidade do grupo social;
3. É estável, coerente, resiste à mudança, assegurando assim a continuidade e a permanência da representação;
4. É relativamente pouco sensível ao contexto social e material imediato no qual a representação se manifesta (SÁ, 1996, p.22).

Quanto ao sistema periférico, integra experiências e individualidades, respeita as contradições e as diferenças existentes no grupo, além de apresentar sensibilidade ao contexto (SÁ, 1996), é o sistema considerado o mais importante, por se organizar próximo ao núcleo central e estabelecer relações com ele (ABRIC, 2001), caracteriza-se, de acordo com Sá (1996, p.22), por permitir “a integração das experiências e histórias individuais; 2. Suportar a heterogeneidade do grupo; 3. Por ser evolutivo e sensível ao contexto imediato”.

A Análise da evocação de palavras foi realizada a partir da Teoria das Representações Sociais e utilizou como base a evocação de palavras realizada pelos alunos com o termo indutor “mineração”. A técnica utilizada foi a prototípica, a qual consiste em cálculos de Frequência e Ordem Média de Evocação de uma palavra em relação as demais (VERGÈS, 1992).

Por isso, após a evocação, foi solicitado aos discentes que atribuíssem um grau de importância a cada palavra, técnica proposta por Abric (2003), pois após a realização dos cálculos, as que apresentavam maior número de citações e maior grau de importância, eram agrupadas no primeiro e no segundo quadrantes, conhecido como núcleo central e indicam um nível maior de proximidade com a frase indutora ou com o tema proposto, diferente do agrupamento no terceiro e quarto quadrantes, os quais englobam as palavras mais distantes da centralidade, consideradas como representações mais individuais, o núcleo periférico.

A organização da evocação livre em quadrantes, é capaz de apresentar o grau de proximidade da simbolização consensual, para isso, foi utilizado o software

openEVOC 0.84, construído pelo Professor Hugo Cristo Sant'Anna da Universidade Federal do Espírito Santo, é um software gratuito criado durante o Programa de Pós-graduação em psicologia da UFES em 2012 (SANT'ANNA, 2012).

### 2.3.2 Análise de Conteúdo

Em muitos trabalhos da área de ensino é recorrente o uso da Análise de Conteúdo de Bardin para análises qualitativas e mistas, por ser uma técnica capaz de utilizar o campo das comunicações, a fim de atender aos objetivos a que se propõe (BARDIN, 2016).

Saber interpretar os dados de uma pesquisa é essencial e justamente por consistir em um conjunto de técnicas de análise das comunicações não pode ser utilizada de forma aleatória, sem metodologia, como é muitas vezes abordada em publicações anuais de forma intuitiva, sem sistematização (OLIVEIRA, 2008). No livro “Análise de Conteúdo” de Laurence Bardin, a autora define a análise, como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2016, p. 37).

Para realizar a Análise de Conteúdo, é necessário levar em conta os três polos cronológicos ou fases de organização proposta por Bardin (2016), que são a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados. Na fase inicial, a pré-análise, o material é organizado com o intuito de atribuir funcionalidade às ideias iniciais propostas de maneira a conhecer e identificar a forma de coletar os dados, além de propor um objetivo para o que será desenvolvido, nela estão incumbidas três missões: a escolha dos documentos para análise, a elaboração de hipóteses e objetivos, além dos indicadores, os quais são responsáveis pela fundamentação interpretativa. Ainda nesta primeira fase, compreendem:

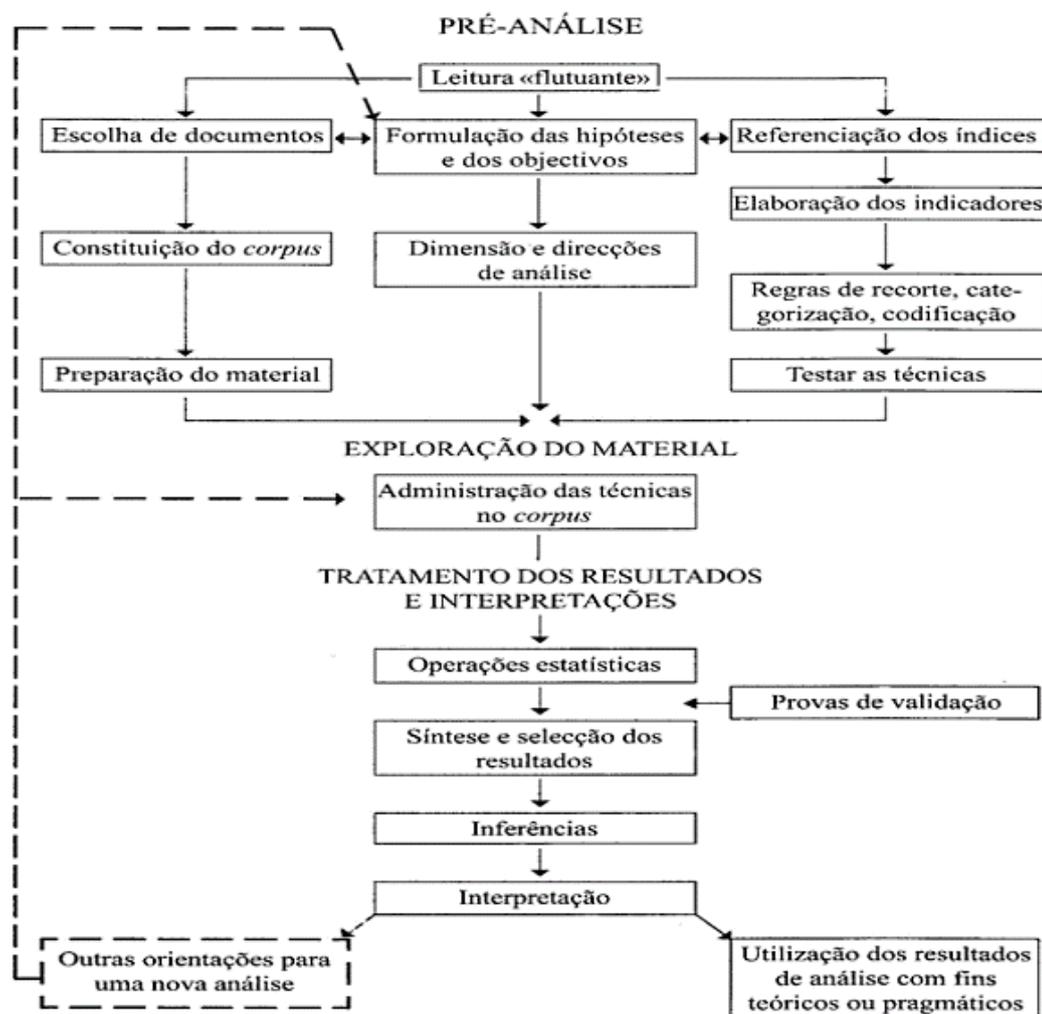
- a) Leitura flutuante- Quando o pesquisador entra em contato com o que irá ser analisado e a partir desses documentos, levantar hipóteses.
- b) Escolha dos documentos- É o conjunto de documentos escolhidos para passarem pelos procedimentos analíticos, ou seja, definir o corpus da análise.

- c) A formulação das hipóteses e objetivos- Ao realizar a leitura dos dados, suposições são levantadas de forma inicialmente intuitiva, além da importância de identificar à que se propõe a análise.
- d) Índices e indicadores- Ocorre quando o pesquisador elabora indicadores que ajudarão na interpretação dos resultados, é o momento em que se codifica o material, a categorização.

Já na fase II, a exploração do material, se define como uma “aplicação sistemática das decisões tomadas” (BARDIN, 2016, p. 131), seria a codificação dos resultados, uma sistematização dos textos coletados; é a fase em que a categorização propriamente dita é feita, de acordo com suas características.

Quanto à III etapa, o tratamento dos resultados e a interpretação, é o momento em que o pesquisador analisa os dados expondo a sua visão crítica e reflexiva, sendo que a interpretação é feita no decorrer da análise, nesta etapa, os resultados obtidos são analisados de forma a atribuir valor. Cada etapa necessária para a realização de uma Análise de Conteúdo está no fluxograma abaixo (Figura 6).

**Figura 6:** Fluxograma de como desenvolver uma AC.



**Fonte:** Bardin (2016, p.132).

Para analisar os dados obtidos na SD, a Técnica da Análise de Conteúdo foi utilizada juntamente à Teoria das Representações Sociais, na evocação inicial e na Redação final dos estudantes, materiais obtidos como base de dados para a criação de categorias, as quais, de acordo com Carlomagno e Rocha (2016), para que sejam criadas, precisam atender a cinco regras: a primeira defende a existência de regras de inclusão e exclusão nas categorias; a segunda, diz que as categorias devem ser mutuamente excludentes; a terceira, as categorias não podem ser amplas; a quarta, as categorias devem abranger todos os conteúdos e a quinta, objetividade na análise dos dados.

O método de análise de conteúdo utilizado para análise da Redação final compreendeu as seguintes etapas, com base em Silva e Fossá (2015):

1. Leitura do material: questionário e redação, documentos realizados pelos alunos;
2. Categorização: codificação do material obtido;
3. Recortes: a partir do registro das atividades, foram realizados recortes dos textos e das respostas, agrupando-as quando semelhantes;
4. Diferenciação de categorias: após os recortes, foram obtidas categorias e diferentes temas, os quais foram agrupados de acordo com a semelhança;
5. Junção de categorias comuns;
6. Agrupamento das categorias em iniciais, intermediárias e finais;
7. Inferência e interpretação, com base teórica.

## CAPÍTULO III

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresentamos a revisão bibliográfica realizada durante a pesquisa. Esta etapa tem como objetivo identificar e analisar as principais publicações sobre as temáticas abordadas. Organizamos esse capítulo em duas seções. A primeira seção, “Mestrado Profissional: Abordagem CTS e o Ensino de Química”, apresenta a busca realizada em Dissertações de Mestrado Profissional no contexto brasileiro presentes no banco de Teses e Dissertações do Portal Capes (Plataforma Sucupira), já a segunda seção, “A Representação Social e o Ensino de Ciências”, traz as contribuições no campo educacional da Teoria das Representações Sociais, proposta por Serge Moscovici em 1978, a partir da análise de artigos de três revistas Qualis Capes A1. Ambas as revisões abordam características e peculiaridades de divulgações científicas associadas tanto à abordagem CTS quanto à Teoria das Representações Sociais.

#### 3.1 Revisão Bibliográfica I – Mestrado Profissional: Abordagem CTS e o Ensino de Química

Tendo em vista a contribuição da abordagem CTS para o processo de ensino e aprendizagem de química, foi realizada uma pesquisa a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, Plataforma Sucupira do período de 2013 a dezembro de 2019.

Um dos critérios para a pesquisa foi a escolha por dissertações de mestrado profissional relacionadas ao Ensino de Química e à Abordagem CTS, neste sentido, em 23 de janeiro de 2013 foi defendida a primeira dissertação, intitulada “Desenvolvimento e Análise de Material Didático Online para o Ensino de Conteúdos de Química Orgânica: Controle Biorracional de Insetos e Pragas”, de autoria de Thiago Eliel Mendonça da Silva do Programa de Mestrado Profissional em Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), um estudo de caso a partir da temática sociocientífica para controle da lagarta-do-cartucho do milho (SILVA, 2013). A revisão abrangeu as dissertações publicadas até o ano de 2019.

Para a leitura das dissertações em *pdf*, foi utilizado o programa *Adobe Reader*, sendo que em cada dissertação considerou-se características e singularidades. Durante a busca, levantamos as principais questões ou os temas sociocientíficos

envolvidos na abordagem CTS, os referenciais teóricos mais utilizados, o contexto de pesquisa e as principais estratégias de ensino empregadas.

A partir das palavras-chave das dissertações, utilizamos o software *NodeXL*<sup>4</sup> para gerar um grafo de redes, o qual possibilitou a identificação das principais relações da abordagem CTS com outros campos, como o público alvo, o método de aplicação, a contextualização, as questões sociocientíficas e a interdisciplinaridade. Desta forma, o grafo de redes, apesar de trazer uma análise quantitativa, possibilitou a análise qualitativa a partir das principais técnicas utilizadas para desenvolver uma pesquisa de cunho CTS. Realizar a análise a partir de redes, permite visualizar como uma área se comporta, seja CTS ou não (MELO *et al.*, 2016).

Os temas sociocientíficos CTS foram categorizados a partir da Análise de Conteúdo de Bardin (2016, p. 37), que consiste em um “conjunto de técnicas de análise das comunicações” sistemática dos dados.

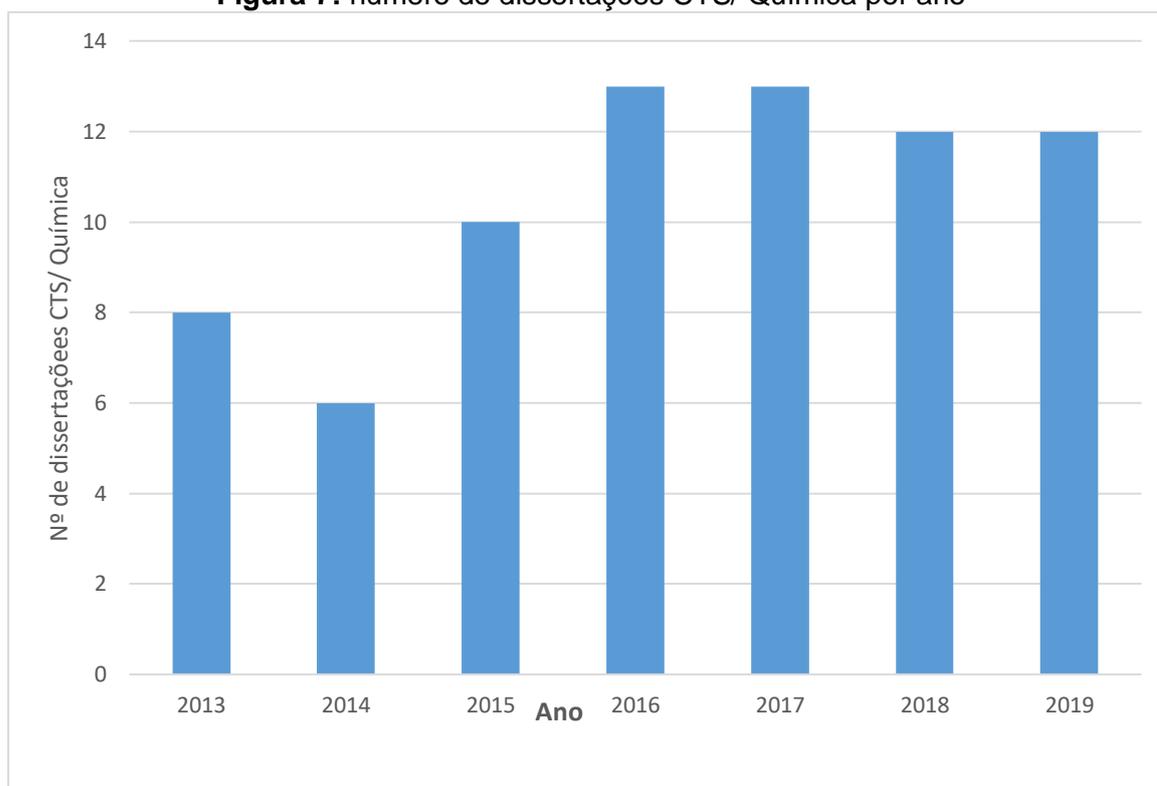
### 3.1.1 Resultados

Para selecionar as dissertações para análise, utilizamos a ferramenta de busca da plataforma, iniciando com a palavra-chave “CTS”, o que resultou em 1.101 teses e dissertações. Em seguida selecionamos na barra de ferramentas as opções TIPO (Mestrado Profissional) e ANO (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019) e por fim, clicamos em “Refinar meus Resultados”, resultando 205 dissertações. A partir da leitura dos títulos e dos resumos de cada dissertação, a fim de identificar aquelas relacionadas ao Ensino de Química, chegou-se a 74 dissertações, foco deste estudo.

A Figura 7 apresenta a distribuição das 74 dissertações selecionadas no período analisado.

---

<sup>4</sup> O Software NodeXL “é uma ferramenta *open-source*, que permite interpretar dados dinâmicos, apresentando vértices, tríades, nós e demais métricas encontradas no estudo de redes em uma planilha do Microsoft Excel’ (CARVALHO, 2014, p. 2).

**Figura 7:** número de dissertações CTS/ Química por ano

**Fonte:** Própria

É perceptível o aumento no número de dissertações com tema CTS na área de Ensino de Química no período analisado, sendo que a partir de 2016 houve um aumento na produção de trabalhos, destacando a expansão de pesquisas científicas na área da Educação, especificamente para o ensino de química, demonstrando a busca desses profissionais em investir em sua qualificação por meio do Mestrado Profissional.

### 3.1.1.1 Distribuição das dissertações no país

As dissertações analisadas foram desenvolvidas em Instituições de Ensino que oferecem cursos em Programas de Mestrado Profissional com diferentes denominações: Ensino de Ciências; Ensino de Ciências e Matemática; Ensino de Química; Ciência e Tecnologia; Química; Química Biológica; Formação Científica, Educacional e Tecnológica; Ciências da Natureza; Ciências Naturais; Formação de Professores; Educação e Docência; Saúde. A Tabela 3 apresenta o número de dissertações de por Instituição.

**Tabela 3:** Número de dissertações por instituição

<b>Instituição</b>	<b>Sigla</b>	<b>nº de dissertações</b>
Universidade Federal do Pará	UFPA	1
Universidade do Grande Rio	UNIGRANRIO	1
Universidade Estadual do Centro-oeste	UNICENTRO	1
Universidade Federal de Alagoas	UFAL	1
Centro de Estudos Superiores de Maceió	CESMAC	1
Universidade Federal Rural de Pernambuco	UFRPE	1
Universidade Federal Fluminense	UFF	2
Universidade Cruzeiro do Sul	UNICSUL	2
Fundação Universidade de Passo Fundo	FUPF	2
Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT	2
Universidade Estadual da Paraíba	UEPB	2
Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP	2
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS	2
Universidade Federal de Pelotas	UFPEL	3
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo	IFSP	3
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	4
Universidade Federal de São Carlos	UFSCAR	4
Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	5
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN	7
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	8
Universidade de Brasília	UnB	9
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo	IFES	11

**Fonte:** Própria

É nítida a maior concentração das instituições na região sudeste, principalmente nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, porém o número de dissertações finalizadas apresenta uma grande variação por instituição (Tabela 3), sendo que a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a Universidade de Brasília (UnB) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) são as instituições que apresentaram o maior número de dissertações.

Essas dissertações apresentam diferentes focos, mas têm em comum a discussão da aprendizagem de conceitos científicos e o cotidiano dos alunos, além de destacar a contribuição da abordagem CTS na formação de cidadãos conscientes e críticos para tomadas de decisões futuras, enquadrando-se no conceito de abordagem CTS.

A expressão “ciência, tecnologia e sociedade” (CTS) procura definir um campo de trabalho acadêmico cujo objetivo de estudo está constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais que

influem na mudança científico-tecnológica, como no que diz respeito às consequências sociais e ambientais (CADERNOS DE IBERO-AMÉRICA, 2003, p. 119).

### 3.1.1.2 Palavras-chave

A fim de obter características presentes nas dissertações, o uso do software NodeXL permitiu a construção de um Grafo de Redes Sociais, o qual “é constituído de vértices ou atores e de arestas, que são as conexões que ligam esses vértices, ou seja, representam os laços de relacionamento entre os mesmos” (BOUZON *et al.*, 2018, p. 3).

Inicialmente, o Grafo foi construído a partir de 520 relações entre as palavras-chave, em seguida foram gerados os valores da centralidade (Tabela 4): A *centralidade de grau* é uma medida que indica a importância da palavra-chave dentro da rede, quanto maior, maior sua importância; a *centralidade de proximidade* calcula a distância entre vértices, quanto maior, menor a distância e maior a comunicação entre as palavras-chave; e a *centralidade de intermediação* indica a relação existente entre as palavras-chave de uma dissertação em relação às outras, destacando o comprometimento da palavra com o estabelecimento de “pontes” (BOUZON *et al.*, 2018).

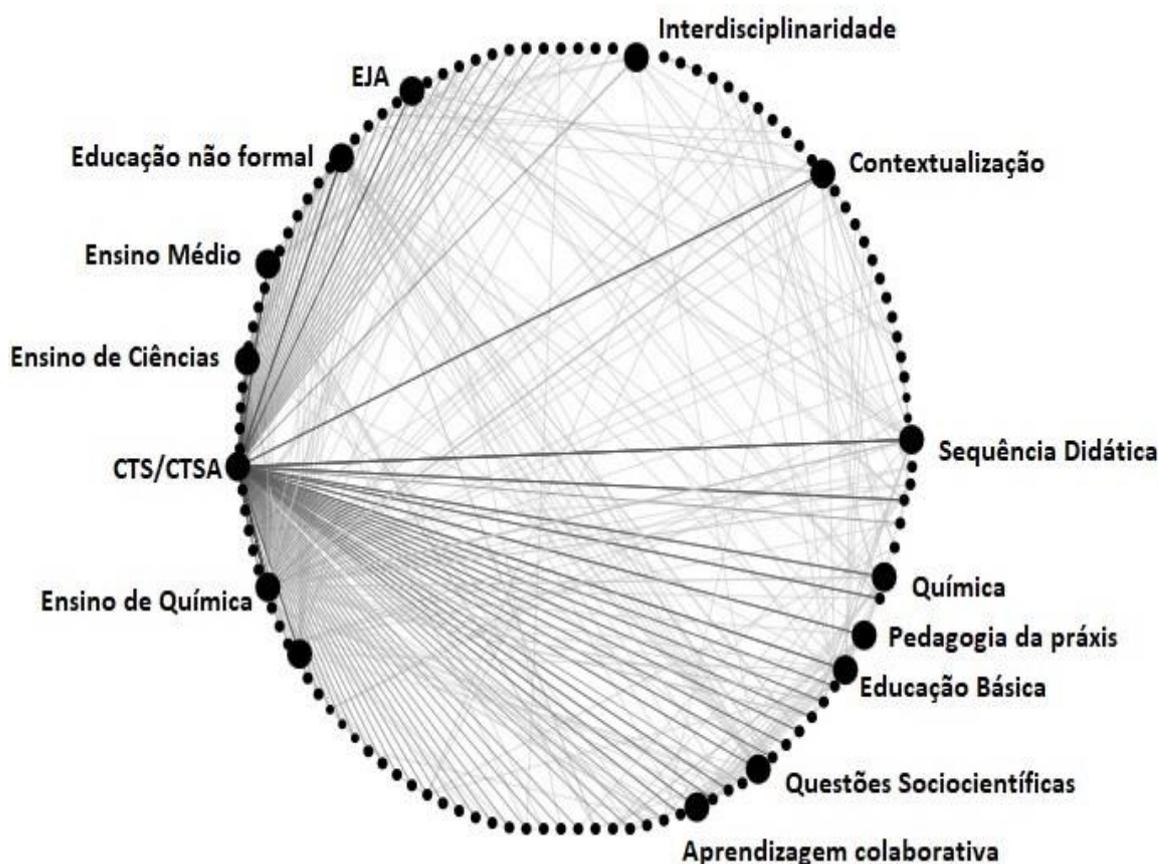
**Tabela 4:** Medidas de centralidade a partir das palavras-chave.

Palavra-chave	Grau	Proximidade	Intermediação
CTS/CTSA	88	0,006	4901,461
Ensino de Química	56	0,005	1951,206
Sequência didática	16	0,004	155,550
Educação Básica	15	0,004	381,200
Educação não formal	14	0,004	81,788
Ensino Médio	13	0,004	282,810
Questões sociocientíficas	12	0,004	22,000
Aprendizagem colaborativa	11	0,004	13,967
Pedagogia da Práxis	11	0,004	13,967
Ensino de Ciências	11	0,004	11,667
Ciências naturais	11	0,004	11,667
EJA	10	0,004	173,223
Química	10	0,004	5,198
Contextualização	10	0,004	85,058

**Fonte:** Própria

A Tabela 4 indica certa facilidade em buscar no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes pelos termos CTS/CTSA ou Ensino de Química, além disso, a tabela aborda as principais relações entre o enfoque CTS e o Ensino de Química, como o público alvo em evidência: Educação básica, enquadrando o Ensino Médio e a modalidade EJA; além de trazer o envolvimento da Ciência com questões sociocientíficas. As principais relações da Educação CTS foram identificadas, conforme demonstrado na Figura 8.

**Figura 8:** Grafo de redes gerado a partir das palavras-chave.



**Fonte:** Própria

Os “pontos” destacados (destaque dos autores) indicam as relações que foram estabelecidas. A partir da leitura do grafo, é possível identificar as palavras-chave mais citadas, conseqüentemente permitem traçar um parâmetro das principais características trazidas pelas pesquisas, desde a proposta de atividades contextualizadas, até o olhar da Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir da Pedagogia da Práxis.

Ao analisar as relações, nota-se que o termo “ensino médio” foi um dos mais citados, o objetivo principal da educação CTS consiste em desenvolver a educação

cidadã frente à ciência e tecnologia no ensino médio (SOLOMON; AIKENHEAD, 1994).

Outro fator bem preponderante foi o emprego de sequências didáticas para o desenvolvimento de atividades de ensino-aprendizagem, estratégia de ensino bastante explorada nas pesquisas da área de ensino, isso porque facilita a compreensão de determinado tema, pois utiliza da junção de ações pedagógicas para um ensino etapa por etapa (MAROQUIO *et al.*, 2015). Para Zabala (1998, p. 18) uma sequência didática é o “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 81) destacam que “são poucas as instituições de ensino de formação de professores que desenvolvem pesquisas voltadas para a abordagem CTS”. Segundo os autores, a formação disciplinar também é um problema que não condiz com a necessidade interdisciplinar do enfoque CTS. Complementa ainda, nem nossos docentes nem nossos alunos foram – ou estão sendo – formados dentro da perspectiva da interdisciplinaridade, o que torna os objetivos do enfoque CTS algo que exige bastante reflexão antes que se possa agir.

A palavra-chave “contextualização” também foi uma das palavras que mais estabeleceu relações com CTS, demonstrando a essencialidade de propor temas pertinentes à vivência dos alunos, ainda mais quando falamos sobre o Ensino de Química.

### **3.1.1.3 Temas das dissertações**

A partir dos pressupostos da Análise de Conteúdo de Bardin (2016), foi realizada a categorização das principais temáticas abordadas nas dissertações, para isso, consideramos as questões sociocientíficas presentes nos resumos, caso tais questões não estivessem explícitas, uma nova busca no arquivo completo era feita, sendo que cada tema identificado foi agrupado com outros de mesmo assunto, originando uma categoria inicial. As categorias iniciais geraram as grandes categorias ou categorias finais.

Ao total, foram identificadas 13 categorias iniciais: 1. Poluição atmosférica, 2. Resíduos sólidos, 3. Processos de Produção; 4. Mineração; 5. Água; 6. Alimentação; 7. Drogas; 8. Outros; 9. História; 10. Cultura local; 11. Arte; 12. Utilidade do

conhecimento químico; 13. Concepções. Foram organizadas cinco categorias finais: I. MEIO AMBIENTE; II. SAÚDE; III. ASPECTOS HISTÓRICO-CULTURAIS; IV. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO; V. FORMAÇÃO DE PROFESSORES.

O Quadro 7 mostra as categorias iniciais, finais e as respectivas quantidades de dissertações categorizadas em cada uma delas.

**Quadro 7:** Categorização das principais temáticas.

Categorias	Quantidade	Categorias iniciais	Quantidade
<b>I - MEIO AMBIENTE</b>	42	Poluição Atmosférica	6
		Resíduos Sólidos	8
		Processos de Produção	11
		Mineração	3
		Água	15
<b>II – SAÚDE</b>	13	Alimentação	5
		Drogas	4
		Outros	4
<b>III - ASPECTOS HISTÓRICO-CULTURAIS</b>	5	História	1
		Cultura Local	3
		Arte	1
<b>IV – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO</b>	8	Aplicação do Conhecimento Químico	8
<b>V - FORMAÇÃO DE PROFESSORES</b>	5	Formação de Professores	5
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>		<b>74</b>

**Fonte:** Própria

A categoria I - MEIO AMBIENTE refere-se a questões ambientais, nela foram agrupadas cinco categorias iniciais. I.1 - Poluição atmosférica, a qual trata de temáticas como efeito estufa, biogás e reação de combustão, por exemplo, temas trabalhados com o foco na educação ambiental. I.2 - Resíduos sólidos, cuja abordagem envolve o descarte de resíduos e seus prejuízos ao meio ambiente, alguns temas foram: resíduos eletrônicos, lixo doméstico e plástico. I.3 - Processos de Produção relaciona-se aos processos industriais e artesanais envolvidos para a produção/fabricação de alimentos ou produtos como vinho, sabão, alimentos e metais. I.4 - Mineração, esta categoria abarca os temas sobre a atividade mineradora como a extração e seus prejuízos; I.5 - Água foi a categoria que mais enquadróu temáticas

e envolveu tópicos como água potável e uso consciente, qualidade da água, chuva ácida, poluição do rio doce, tratamento de água, crise hídrica e problemáticas locais.

A categoria II. SAÚDE faz referência aos benefícios ou malefícios à saúde e abrange três categorias iniciais. II.1 - Alimentação estabelece relações com a educação alimentar, dentre as temáticas, foram abordadas a agricultura orgânica, suplementação alimentar, junk food e a conservação dos alimentos. II.2 - Drogas, nesta categoria se enquadram temáticas ligadas às substâncias que quando em contato com o organismo causam alterações, como substâncias psicoativas, plantas medicinais e automedicação. II.3 - Outros, esta categoria também estabelece relações com o organismo, por isso faz parte da categoria saúde, porém as temáticas são variadas, como doenças bucais, uso adequado de produtos de limpeza, efeitos da radiação eletromagnética, entre outras.

Já a categoria III - ASPECTOS HISTÓRICO-CULTURAIS, traz temáticas que se relacionam à arte, à cultura e à história, constituindo em três categorias iniciais. III.1 - História, refere-se às ações humanas ao longo do tempo, nesta categoria está inclusa a dissertação que desenvolver o tema “O Movimento Negro”. III.2 - Cultura Local envolve os aspectos culturais locais, como a carnicultura (criação de camarões), a produção de mel e produção de café; esses temas foram enquadrados nesta categoria por tratarem com profundidade os aspectos culturais locais durante as atividades. III.3 - Arte, esta categoria representa a arte por meio da pintura, nesta categoria está inclusa a dissertação com a temática “As artes plásticas” para abordar os pigmentos químicos.

Na categoria IVI - APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO, os temas falam sobre a utilidade da química para entender situações do cotidiano, como também da contribuição dos saberes populares. As dissertações abordam diversos conhecimentos químicos, dentre eles, compostos orgânicos e reações químicas.

Por fim, a categoria V - FORMAÇÃO DE PROFESSORES difere-se das demais categorias por tratar de um tema que não está diretamente relacionado com estudantes da educação básica, mas sim, com futuros professores ou professores em serviço. As dissertações agrupadas nesta categoria abordam temas diversificados como: circuito da Ciência; guia CTS; inserção do tema química verde nas aulas; abordagem da isomeria óptica.

Podemos perceber que a categoria “I - MEIO AMBIENTE” foi a de maior destaque, ou seja, a de maior frequência, demonstrando ser a temática mais utilizada nas pesquisas de programas de mestrado profissional no Ensino de Química, talvez pela familiaridade dos professores de química com o tema, assim como a essencialidade vista pelos professores em abordar este assunto. Em relação a essa temática, Vieira (2009) destaca que:

As questões ambientais vêm sendo foco de intensas e recorrentes discussões, devido à preocupação com a qualidade e a manutenção da vida na terra. Diante disso, a Educação Ambiental (EA) assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a participação dos indivíduos torna-se essencial para a promoção do desenvolvimento sustentável (VIEIRA, 2009, p. 1).

Além das temáticas relacionadas ao meio ambiente, questões ligadas à vivência do aluno também são focos das pesquisas, pois tratam de situações úteis para a atuação questionadora e reflexiva em sociedade, como a alimentação saudável, a manutenção da vida ao evitar a automedicação, a importância de conhecer os riscos das substâncias psicoativas e os malefícios de agrotóxicos, por exemplo.

### **3.1.1.4 Referenciais teóricos das dissertações**

Outra análise se deu a partir dos referenciais CTS utilizados em cada dissertação, em que foi feito um recorte das 10 principais bibliografias, a fim de identificar os autores e as obras relacionadas à abordagem CTS mais citadas nas dissertações (Tabelas 5 e 6). Esse recorte demonstrou que as duas obras mais citadas são um artigo e um livro, ambos com a participação do autor Wildson Luís Pereira dos Santos (SANTOS, W. L. P.). Esse resultado também foi constatado no trabalho de revisão de BOUZON e colaboradores (2018) no artigo “O Ensino de Química no Ensino CTS brasileiro: Revisão bibliográfica de Publicações em Periódicos”. Diante desses dados, observa-se que Santos é um dos principais referenciais teóricos CTS utilizados no Brasil, o que se deve ao fato de que esse pesquisador dedicou grande parte de sua vida em estudar a educação CTS e publicar artigos de grande relevância e impacto para a área. O currículo deste autor<sup>5</sup> na Plataforma Lattes do CNPq destaca:

---

<sup>5</sup> Endereço eletrônico para acessar o currículo Lattes do autor Wildson Luiz Pereira dos Santos: <http://lattes.cnpq.br/6094379265028380>

tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de Química, atuando principalmente nos seguintes temas: educação para cidadania, educação CTS, questões sociocientíficas, ensino de Química, livro didático e educação ambiental (SANTOS, 2016).

**Tabela 5:** Relação dos principais autores/ obras.

<b>Autor</b>	<b>Nº de citações</b>	<b>Obra</b>
SANTOS; MORTIMER	42	Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira.
SANTOS; SCHNETZLER	25	Educação em Química: compromisso com a cidadania.
AULER; BAZZO	18	Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional Brasileiro.
AIKENHEAD	13	What is STS science teaching. STS education: International perspectives on reform.
AULER	11	Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro.
MARTINS; PAIXÃO	7	Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em Ciência.
CEREZO	6	Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos.
TEIXEIRA	5	A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórica crítica e do movimento CTS no ensino de ciências.
BAZZO	4	Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica.
ACEVEDO; ALONSO; MANASSERO	2	Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas.

**Fonte:** Própria.

**Tabela 6:** Autores mais citados em abordagem CTS.

<b>Autores</b>	<b>Nº de citações</b>
SANTOS, W. L. P	151
AULER, D.	57
BAZZO, W. A.	27
ACEVEDO- DÍAZ, J. A.	20
AIKENHEAD, G. S.	19
MARTINS, I. P.	16
CEREZO, J. A. L	10
TEIXEIRA, P. M. M.	9

**Fonte:** Própria.

Um fato que chamou a atenção na análise dos referenciais CTS das dissertações analisadas foi a pouca ou nenhuma citação de referenciais primários sobre a abordagem CTS no contexto mundial, autores que contribuíram para o surgimento e a evolução histórico-científica da Educação CTS, como Carson (1969) que deu sustentação aos aspectos criticados por ambientalistas, Hurd (1975) com sua proposta de problematização do Ensino de Ciências a partir da disciplinaridade e Ziman (1980) que buscava em seus estudos renovar o Ensino de Ciências partindo do enfoque CTS (MARTÍNEZ, 2012). Talvez isso possa ser explicado pela preferência dos pesquisadores em destacar autores que divulgam o enfoque CTS na educação brasileira.

### **3.1.2 Considerações**

A partir da revisão bibliográfica das dissertações de programas de mestrado profissional publicadas no período de 2013 a 2019, foi possível identificar as características e peculiaridades de 74 monografias relacionadas à abordagem CTS e ao Ensino de Química.

Apesar da expansão de pesquisas desenvolvidas em programas de mestrado profissional, relacionadas ao Ensino de Química, os dados apontam a importância e a necessidade de se continuar trabalhando com a abordagem CTS, uma vez que tais pesquisas apresentam um número significativo em relação as pesquisas sobre Ensino de Ciências.

A análise das Redes Sociais foi construída a partir das palavras-chave e possibilitou inferir sobre características como o público alvo: Ensino Médio e EJA, a principal metodologia utilizada; Sequência Didática, além de abordar a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade por meio de questões sociocientíficas, a fim de desenvolver um ensino contextualizado, contribuindo significativamente para a formação de uma cidadania consciente e humana, como base para a construção de valores fundamentais, como os princípios de sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

Nota-se que a relação entre as palavras-chave e a pesquisa desenvolvida nas dissertações condiz com uma pesquisa produtiva no Banco de Teses e Dissertações da Capes, no quesito identificação, já que os termos “CTS/CTSA” e “Ensino de Química” são os mais utilizados.

### **3.2 Revisão Bibliográfica II – A Representação Social e o Ensino de Ciências**

Nesta seção apresentamos uma revisão do uso da Teoria da Representação Social (TRS) proposta por Moscovici (1978) em publicações da área de Ensino de Ciências. Para isso selecionamos três importantes revistas da área, a saber: “Ensaio”, “Ciência e Educação” e “Educação e Pesquisa”. Na área de Ensino, essas três revistas apresentam qualis A1 (avaliação quadrienal Capes Sucupira 2013-2016). São periódicos de destaque na publicação de artigos da área de Ensino de Ciências. Analisamos os artigos publicados no período de 1999 a 2018, período de 20 anos.

Para a seleção dos artigos, buscamos nas revistas o envolvimento da Representação Social para o ensino de Ciências, sendo que a leitura de cada artigo foi feita a partir do programa *Adobe Reader*, sendo que em cada um, procuramos o termo “Representação Social” e suas derivações como “Representações”, “Representacional” e “Representações Sociais”. Assim que encontrados, selecionamos os artigos que tinham como referencial metodológico Moscovici, totalizando 26 artigos para análise.

As principais características de cada artigo foram levantadas, como o método de coleta de dados, o público alvo, além disso, a categorização dos trabalhos foi feita de acordo com os pressupostos teóricos da Análise de Conteúdo de Bardin (2016).

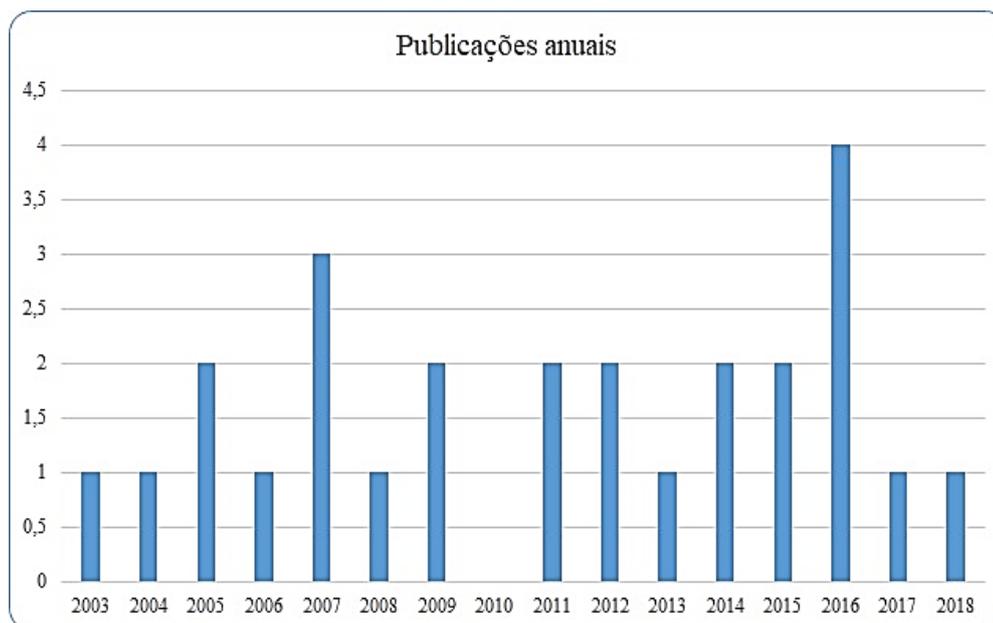
#### **3.2.1 Resultados**

Na Revista Ensaio foram selecionados 10 artigos, a busca foi feita desde 1999, porém a primeira publicação relacionada à TRS foi em 2003, intitulada “As Representações Sociais da Esquistossomose de escolas de área endêmica de Minas Gerais” (DINIZ; BRAGA; SCHALL, 2003). Na Revista Ciência e Educação foram selecionados 12 artigos, no período de 1998 a 2004 não houve publicações utilizando a TRS, apenas em 2005 surgiu a primeira publicação intitulada “As Representações Sociais dos professores e alunos da Escola Municipal Karla Patrícia, de Recife, Pernambuco, sobre o Manguezal” (BARCELLOS; AZEVEDO; MUSIS; BASTOS, 2005). Já na Revista Educação e Pesquisa encontramos 4 artigos, a primeira publicação TRS foi em 2004 com o título “Injustiça na escola: representações sociais de alunos do ensino fundamental e médio” (CARBONE; MENIN, 2004)

Nos artigos selecionados notamos que diferentes referenciais teóricos referentes à TRS proposta por Moscovici foram utilizados, em sua maioria,

embasados em Jodelet (2001), Abric (1976) e Sá (1996). Isto justifica a revista “Educação e Pesquisa” apresentar menor número de publicações, pois não consideramos outro referencial-metodológico relacionado à Representação Social, além de Moscovici. A Figura 9 apresenta o número de publicações anuais dos 26 artigos encontrados, conforme critérios de busca, para as três revistas selecionadas.

**Figura 9:** número de publicações anuais



**Fonte:** Própria

Em relação aos diferentes instrumentos de coletas de dados utilizados pelos pesquisadores nos artigos analisados, contabilizamos um total de 7 (Tabela 7), com destaque para questionários, entrevistas e associação de palavras. Cabe ao pesquisador identificar a melhor forma de coletar os dados, Segundo Sá, desde a elaboração de

instrumentos de coleta de dados e a definição ou criação de técnicas para seu tratamento, a pesquisa das representações sociais é explicitamente orientada pela conceituação e pela construção teórica que o pesquisador tenha adotado (SÁ, 1996, p. 100).

**Tabela 7:** Instrumentos utilizados para coleta de dados

<b>Instrumentos de coleta</b>	<b>Quantidade de trabalhos</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Associação/ evocação de palavras	5	16,1
Debates	1	3,2
Desenhos	3	9,6
Entrevistas	8	25,8
Imagens	1	3,2
Questionários	12	38,7
Redação	1	3,2

**Fonte:** Própria

Outra característica analisada foi o público alvo das Representações (Tabela 8), em sua maioria alunos do ensino básico (32%), em seguida alunos do ensino superior (28%) e professores da educação básica (24%).

**Tabela 8:** Público alvo representado na pesquisa dos artigos

<b>Público alvo</b>	<b>Quantidade de trabalhos</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Alunos do Ensino Básico	8	32
Alunos do Ensino Superior	7	28
Professores do Ensino Básico	6	24
Professores e alunos do ensino básico	1	4
Aluno de ensino técnico	1	4
Cidadão	2	8

**Fonte:** Própria

Quanto ao tipo de técnicas de análise de dados reportadas nos artigos analisados, verificaram-se diferentes técnicas utilizadas, a saber: a Psicologia do Desenvolvimento Moral de Piaget e Kohlberg; a Análise do Discurso do Sujeito (DSC) de Lefèvre; a Análise Prototípica e Categorical, desenvolvida por Vergès; a Análise de Conteúdo; a Teoria do Núcleo Central (TNC) proposta por Abric. Destas técnicas citadas, a duas últimas foram as mais empregadas, sendo utilizadas, respectivamente, em 06 e 04 artigos dentre os 26 analisados.

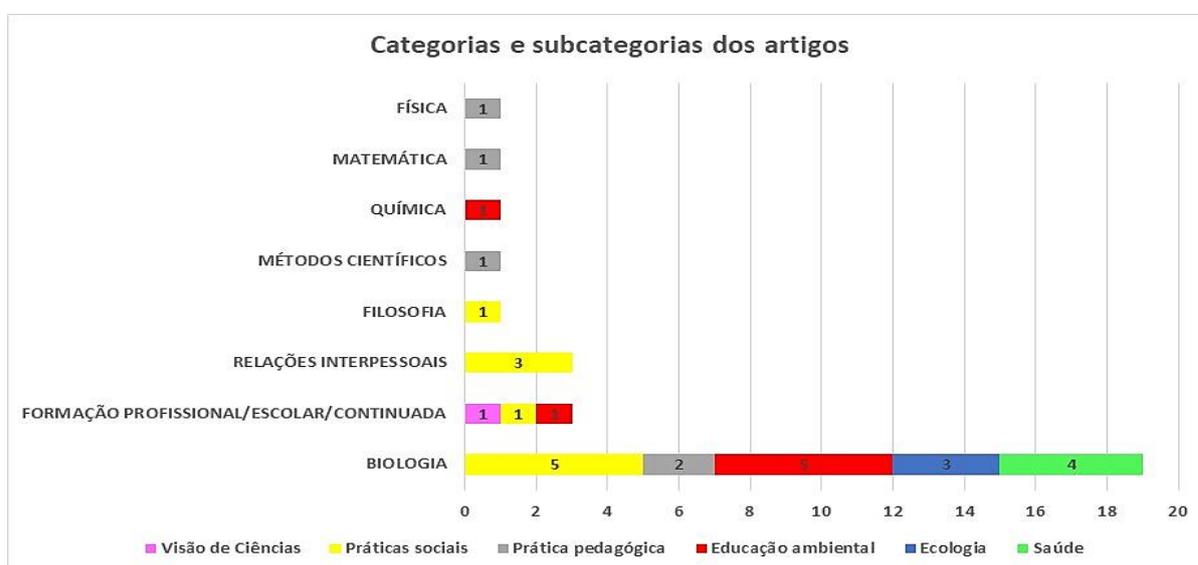
Além das técnicas e métodos de coleta de dados relacionados, destaca-se a utilização de softwares que contribuíram para diversas análises, como EVOC, SIMI, ALCESTE, Atlas.ti e o próprio Excel 2000.

Para entender os temas abordados, foi feita a organização dos artigos em oito categorias, ou seja, a codificação do material obtido. Cinco categorias relacionam-se

às áreas de conhecimento básico (*Biologia, Química, Filosofia da Ciência, Física e Matemática*), caracterizam-se por representações específicas para o ensino da disciplina. Outra categoria relaciona ao *Método Científico* e as outras duas categorias se enquadram em outras áreas, a das *Relações Interpessoais*, quando trabalhadas questões sobre *bullying*, preconceito ou racismo, por exemplo; e da *Formação escolar/profissional/continuada*, relacionada às representações sobre a trajetória dos participantes das pesquisas.

Além das categorias, propusemos seis subcategorias, as quais foram criadas de acordo com o contexto abordado nos artigos, ou seja, às questões temáticas, sendo elas: a *Educação Ambiental*, concernente ao meio ambiente; *Saúde*, com questões epidemiológicas e contaminantes; *Práticas Sociais*, de acordo com o meio em que o indivíduo está inserido; *Práticas Pedagógicas*, referentes ao desenvolvimento de práticas que contribuem com o aprimoramento de técnicas educacionais; *Visão de Ciências*, as concepções do que é Ciências e suas relações; *Ecologia*, trata-se de inferências sobre situações pontuais sobre os seres vivos e suas relações. A Figura 10 representa tal categorização e suas respectivas quantidades.

**Figura 10:** Categorização dos artigos e a quantidade



Fonte: Própria

Foi perceptível nesta análise, que a perspectiva da TRS prioriza o ensino partindo de temas da vida em sociedade, utilizando-se das vivências do cotidiano para construir a aprendizagem e colaborar nas trocas de experiência, sendo que as subcategorias “Práticas Sociais” e “Educação Ambiental” apresentaram maior destaque. Nesta fase, a representação social colaborou na investigação e significação

pelos indivíduos do assunto social trabalhado “remetendo à ideia de imagem mental, ao conteúdo concreto e limitado de proposições referentes a um aspecto preciso do objeto” (MAZZOTTI, 2008, p. 25), neste caso, utilizou-se do conhecimento prévio para a maior aproximação e entendimento do tema.

A partir da busca realizada, foi possível identificar as características e singularidades de artigos relacionados à Teoria das Representações Sociais, como métodos de análise e de coleta de dados, público alvo e as temáticas mais comuns. Foi visível a existência de diversas temáticas pertinentes ao cotidiano do público alvo, destacamos que as associações feitas pelos indivíduos, em sua maioria estavam relacionadas com a questão ambiental frente aos seus impactos e ações de preservação.

Além disso, evidencia-se que a Representação Social é capaz de inferir frente às ações pedagógicas, além de assuntos relacionados à saúde, ecologia e práticas sociais, sendo que diferentes métodos de análise concomitantes à Teoria das Representações Sociais contribuíram para traçar os conhecimentos de discentes da educação básica, docentes, estudantes de licenciatura e cidadãos, utilizando do conhecimento prévio para desenvolver a pesquisa.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos a discussão dos resultados seguindo a ordem cronológica das atividades realizadas durante os três momentos da intervenção didática. Na transcrição de alguns diálogos utilizamos o código P para identificar a fala da professora e, na identificação do aluno, o código A, seguido de seu número de chamada e da turma em que estava matriculado, como, por exemplo, A12A: aluno número 12 da turma do 1º A; A01B: aluno número 1 da turma do 1º B e A20C: aluno número 20 da turma do 1º C.

Os dados da SD foram analisados de forma qualitativa a partir da descrição dos resultados produzidos em cada atividade, levando em consideração seus aspectos que mais chamaram a atenção durante o seu desenvolvimento. A análise do questionário inicial, com o intuito de identificar os conhecimentos prévios dos alunos, foi feita utilizando a Técnica da Representação Social por meio do uso da Teoria do Núcleo Central (TNC) proposta por Abric (2000). A redação desenvolvida na etapa final da SD foi analisada a partir pressupostos da Análise de Conteúdo proposta por Laurence Bardin (2016).

#### 4.1 Evocação de palavras – Momento inicial

O objetivo desta atividade foi identificar as representações sociais dos alunos participantes da pesquisa sobre o tema “mineração” e, a partir daquilo que eles já conheciam iniciar a temática sobre elementos “terras raras”.

Participaram da atividade 113 alunos presentes em sala de aula, distribuídos em três turmas, sendo que a faixa etária média era entre 15 e 17 anos, totalizando 35 meninas e 78 meninos, conforme os dados da Tabela 9.

**Tabela 9:** estudantes participantes por turma e gênero.

Turma	Feminino	Masculino	Total
A	15	21	36
B	8	31	39
C	12	26	38

**Fonte:** própria

A análise do questionário inicial, constituído por três perguntas, é descrita a seguir.

Questão 1: Escreva 5 palavras ou frases que fazem você lembrar “mineração”.

Antes do início, enfatizamos aos alunos que não haveria avaliação ou atribuição de nota para a atividade. As turmas citaram 88 diferentes palavras em um total de 565 evocações. Primeiramente, as palavras foram organizadas em planilha Excel e salvas em formato .csv, posteriormente, importadas para o software *OpenEvoc* a partir da criação de uma nova pesquisa (Figura 11).

**Figura 11:** Cadastro de pesquisa

**Fonte:** <http://www.hugocristo.com.br>

De acordo com Hugo Cristo Sant’Anna, o *OpenEvoc* foi

planejado para oferecer recursos de apoio à coleta, processamento, análise e visualização de dados a partir de funções básicas da estatística descritiva – cálculo de frequências e porcentagens, médias, medianas, moda – somadas a um conjunto características incorporadas ao programa com o intuito de facilitar ou agilizar as etapas do processo. A funcionalidade essencial do programa consiste em coletar dados e processá-los de forma a gerar as tabelas de contingências de forma similar ao EVOC. As demais funcionalidades se aproveitam dos recursos envolvidos na construção do quadro de frequências e da ordem de evocação para desempenhar ações mais simples, tais como gerar gráficos estatísticos elementares (setores, barras, linhas, dispersão), tabelas de distribuição de frequências e mesmo cálculos de correlações simples (SANT’ANNA 2012, p.98).

O programa possibilita a geração de gráficos e a realização dos seguintes cálculos: Frequência (F), Ordem Média (OME) e Frequência Média ( $\bar{F}$ ). A princípio, tais valores podem ser obtidos a partir de cálculos simples, por exemplo, a Frequência corresponde ao número total de citações de cada palavra.

Para determinação da OME é necessário atribuir a cada ordem de evocação os seguintes pesos: 1 para 1ª ordem, 2 para 2ª ordem, 3 para 3ª ordem, 4 para 4ª ordem e 5 para 5ª ordem. A OME é calculada a partir da seguinte expressão:

$$OME = \frac{\sum n^{\circ} \text{ de citações} \times \text{peso}}{\text{Frequência}}$$

No Quadro 8 apresentamos como exemplo o cálculo da OME da palavra “petróleo”.

**Quadro 8:** Determinação da OME da palavra “petróleo”

palavra evocada: petróleo

número de citações: 1ª ordem (23); 2ª ordem (11); 3ª ordem (2); 4ª ordem (9); 5ª ordem (5)

F = 48

$$OME = \frac{[(23 \times 1) + (11 \times 2) + (2 \times 3) + (9 \times 4) + (3 \times 5)]}{48} = 2,13$$

**Fonte:** Própria

Como se trata de uma Representação Social de um grupo de alunos, foram consideradas palavras com  $F \geq 2$  (MOLLER,1996). De um total de 88 palavras citadas, 19 delas tinham  $F = 1$ , ou seja, tais palavras foram evocadas somente uma única vez, representando 21,6%. Portanto, restaram 78,4% do total de palavras citadas, isto é, 69 palavras que tiveram 546 evocações.

A Frequência Média ( $\bar{F} = 7,91$ ) é calculada de acordo com a expressão do Quadro 9:

**Quadro 9:** Determinação da  $\bar{F}$

Número de evocações: 546

Total de palavras evocadas sem repetição: 69

$$\bar{F} = \frac{546}{69} = 7,91$$

**Fonte:** Própria

A Média da Ordem Média ( $\overline{OME}$ ) foi calculada a partir da expressão indicada no Quadro 10.

**Quadro 10:** Determinação da  $\overline{OME}$ .

<p><math>\Sigma</math> OME: somatória de todas as OM</p> <p>Total de palavras evocadas sem repetição: 69</p> $\overline{OME} = \frac{\Sigma OME}{69} = \frac{224,25}{69} = 3,25$
--

**Fonte:** Própria

A partir da combinação entre a quantidade que cada palavra foi evocada e o grau de importância atribuído pelo aluno, pode-se identificar as estruturas dessa representação (PECORA; SÁ, 2008), sendo considerada a ordem de importância dada pelos estudantes (VERGARA; FERREIRA, 2005).

Os cálculos descritos foram feitos por meio do uso do software *OpenEvoc*, sendo encontrados os termos mais centrais ditos pelo grupo de alunos, assim como os periféricos, os quais foram agrupados de acordo com os pressupostos de Vesgès (1992), conforme exemplificado no Quadro 11:

**Quadro 11:** Organização em quadrantes

<p><b>Quadrante I</b></p> <p><math>(F \geq \bar{F} \text{ e } OME &lt; \overline{OME})</math></p> <p><b>Núcleo central</b></p>	<p><b>Quadrante II</b></p> <p><math>(F \geq \bar{F} \text{ e } OME \geq \overline{OME})</math></p> <p><b>1ª periferia</b></p>
<p><b>Quadrante III</b></p> <p><math>(F &lt; \bar{F} \text{ e } OME &lt; \overline{OME})</math></p> <p><b>Zona de contraste</b></p>	<p><b>Quadrante IV</b></p> <p><math>(F &lt; \bar{F} \text{ e } OME \geq \overline{OME})</math></p> <p><b>2ª periferia</b></p>

**Fonte:** Construído pela pesquisadora.

O quadrante I, o núcleo central, aloca as palavras mais frequentes e mais importantes; no quadrante II, primeira periferia, são os elementos considerados pelos alunos como importantes e apresentam uma conexão com o núcleo central; já o quadrante III, a zona de contraste, são palavras lembradas de forma imediata, diferente do quadrante IV que trata de palavras citadas de forma tardia ou menos importantes. O quadro 12 mostra o relatório gerado pelo software.

**Quadro 12:** Quadrantes de Frequência e Ordem de Evocação

**Tabela Frequência x Ordem de Evocação (TabFreq) (N = 114)**

++	Frequência >= 2 / Ordem de evocação < 3.25		+-	Frequência >= 2 / Ordem de evocação >= 3.25	
13.63%	ouro	2.91	5.13%	ferro	3.31
11.86%	diamantes	2.36	3.89%	minerais	3.86
8.5%	petroleo	2.13	2.3%	metais	3.38
4.07%	agua	2.57	2.3%	carvao	3.77
4.07%	minerio	2.91	2.3%	garimpos	4
3.01%	prata	3			
3.01%	esmeralda	3.06			
2.83%	mercurio	3.19			
2.3%	cobre	3.15			
--	Frequência < 2 / Ordem de evocação < 3.25		--	Frequência < 2 / Ordem de evocação >= 3.25	
1.59%	rubi	2.56	1.59%	mina	3.33
1.59%	cristal	3.22	1.59%	plantas	3.33
1.42%	pedra preciosa	1.88	1.59%	bronze	3.89
1.42%	vulcao	2.13	1.42%	joias	3.5
1.06%	gas natural	2.83	1.24%	pedra preciosa	4
			1.06%	importancia	4.67

Frequência (%)  Ordem  Frequência mínima  [Atualizar](#) [Gravar como relatório](#)

**Fonte:** Construído pela autora no software OpenEvoc.

Os quadrantes descrevem quais as palavras, de acordo com a opinião desses estudantes, definem mineração. No primeiro quadrante são representadas as palavras que possuem maior proximidade com o tema, de acordo com a concepção inicial trazida, tendo em vista que quanto maior a frequência e menor a OME, maior é a proximidade da categoria com o núcleo central (VERGÈS, 1992). Ao identificar as palavras organizadas em quadrantes, percebe-se que o quadrante IV compreende as palavras: mina, plantas, bronze, joias, pedra preciosa e importância, as quais, apesar de relacionarem à mineração de acordo com o grupo de alunos, são as que mais distanciam do tema proposto, por se tratarem do grupo de palavras que foram “lembradas” por último, consideradas menos importantes no momento da organização.

2) Coloque as palavras em ordem de importância, sendo que a 1ª palavra é a mais importante e a 5ª a menos importante.

É nítida a atribuição de importância e valor ao termo “mineração”, quando os alunos citam as palavras, portanto, as que apresentam maior centralidade são as substâncias conhecidas socialmente como valiosas, como o ouro, diamantes e o petróleo, conforme a ordem de frequência das palavras na Figura 12.

**Figura 12:** Ordem de frequência das palavras dos quadrantes

1	ouro	2	diamantes	3	petroleo	4	ferro
5	agua	6	minerio	7	minerais	8	prata
9	esmeralda	10	mercurio	11	cobre	12	metais
13	carvao	14	garimpos	15	rubi	16	crystal
17	mina	18	plantas	19	bronze	20	pedra preciosa
21	vulcao	22	joias	23	pedra preciosa	24	gas natural
25	importancia						

**Fonte:** Construído pela autora no software OpenEvoc.

Continuando com a atividade, a professora pediu para que os alunos compartilhassem entre si as respostas da terceira questão:

3) Explique o motivo da escolha.

A discussão contribuiu para introduzir o tema elementos terras raras, a fim de torná-lo conhecido pelos alunos, como podemos observar na sequência do diálogo da turma do 1ª A, transcrita a seguir:

P: Vamos lá, aluno A12A, o que você respondeu na 3?

A12A: Eu coloquei o carvão, porque eu lembrei da era industrial, por causa da fonte produzida.

P: Alguém mais escolheu essa palavra?

A02A: Eu, mas eu pensei que ele pode ser usado como energia elétrica, em termoelétrica e como vem do petróleo é a mineração que extrai ele né.

A04A: Ah... eu não coloquei carvão, mas coloquei petróleo, é um elemento muito raro, também e sem o petróleo não “existia” nada;

P: Pessoal, o carvão é encontrado na terra, na forma de rocha, ele se forma a partir da decomposição de matéria orgânica, então quando as plantas se decompõem, ficam milhares de anos, já o petróleo se forma a partir dos restos de animais aquáticos que ficam durante muitos anos sob determinada pressão, por isso são coisas diferentes. Alguém mais gostaria de falar?

A23A: Eu escolhi 5 palavras: ouro, diamante, pedra preciosa, rubi e esmeralda, eu acho que escolhi essas palavras porque são encontradas na terra e na mineração os garimpeiros retiram da terra para vender.

A04A: Professora, por isso, eu também lembrei de terra e coloquei urânio, porque lembrei de bombas e as bombas explodem as minas.

A13A: Eu coloquei o ferro, porque é algo muito importante e raro e é usado em tudo praticamente.

P: Legal! E se eu perguntar pra vocês o que são elementos terras raras? Alguém imagina o que possa ser?

A05A: Eu acho que deve ter a ver com coisas de química, como você falou “elementos”, porque tudo está ligado um ao outro e envolve química.

A12A: Eu também coloquei ouro porque é muito raro de ser encontrado e algo muito raro quando tem em alguns objetos, pode ser né um elemento terras raras.

A13A: O diamante é muito raro também como o ouro só que “menos valioso”

A23A: Prô, dá pra associar a palavra “terra e rara”.

A39A: deve ser uma coisa feita pela natureza e rara de encontrar. Uma coisa se torna rara depois de muito procurado.

A44A- Pode ser que são elementos raros e preciosos.

A15A: Deve ser recursos naturais e são muito difícil de achar na natureza, por preço também.

Durante esta etapa, as outras turmas B e C, também levantaram suposições acerca dos elementos Terras Raras;

A17B: Um elemento terra rara são materiais difíceis de encontrar e são materiais primos (matérias primas) de muitos objetos.

A32B: Eu posso associar a “terras raras”, porque a palavra “raras” indica que é algo difícil de se ver, de encontrar, ou até mesmo não conhecido por muitas pessoas e quando a gente fala de “terra”, então é tudo o que ela dá, o que vem dela, como os minerais.

A12C: Terras raras é algo natural, que vem da natureza, porém é difícil de achar.

A23C: Eu nunca vi uma terra raras, mas eu sei que no Brasil tem bastante, porque eu sei que tem ouro.

Esta fase foi essencial para levantar os conhecimentos iniciais dos alunos sobre mineração, pois além de fornecer dados relevantes à professora e à pesquisadora para continuidade das etapas posteriores da SD, também proporcionou aos estudantes o sentimento de que eles realmente estavam participando de uma atividade de um ensino de química voltado para vida em sociedade. A atividade promoveu momentos de trocas de experiências e de vivências entre todos, estudantes

e professora, utilizando aquilo que o aluno já sabe para construir novos conceitos, além de instigar a percepção da professora em ser uma mediadora e incentivadora da busca pela aprendizagem.

Durante a atividade percebemos que praticamente não houve estabelecimento de associação da atividade de mineração com questões ambientais, econômicas e políticas. Diante deste fato estruturamos a abordagem das próximas etapas da SD, a fim de trabalhar os aspectos sociais, ambientais, econômicos e políticos relativos à temática “ elementos Terras Raras”.

## **4.2 Análise da Sequência Didática**

### **4.2.1 Articulação Ciência, Tecnologia e Sociedade durante a SD**

Para desenvolver as etapas da SD nos apoiamos nos pressupostos da CTS. Para isso, levamos em consideração princípios que norteiam um Ensino de Química que contribua para formação de um indivíduo para exercer sua cidadania, nesse sentido Santos e Schnetzler (2014, p.127-128) apresentam cinco características fundamentais para realização de um ensino CTS, são elas:

1) Caracteriza-se pela participação do aluno, a fim de desenvolver habilidades como a tomada de decisão, partindo de debates, problematização e propostas de soluções para um problema real.

2) Envolve a interdisciplinaridade, não deixando de abordar os conteúdos fundamentais de química; assim como a natureza do conhecimento científico, ao desenvolver discussões acerca da história e filosofia da ciência; a tecnologia, com a inclusão de processos tecnológicos e seus fatores sociais, econômicos e ambientais; tratar dos aspectos sociais, expondo seu funcionamento, os conflitos de interesses, além do seu poder de voz frente ao governo e empresas.

3) Contextualização social, incluindo temas sociais ligados à C&T e que esses temas possibilitem o desenvolvimento de atitudes cidadãos.

4) A metodologia deve estar voltada para a perspectiva construtivista de ensino e aprendizagem, ou seja, atrelar os conhecimentos prévios dos alunos ao desenvolvimento das atividades, levando a reconstrução ou construção de conhecimento.

5) Planejar e desenvolver o processo são papéis assumidos pelo professor, o qual é responsável por selecionar o material, pela organização e avaliação desse processo, sem adotar currículos padronizados.

Diante dos pressupostos da educação CTS, optamos pelo tema “elementos Terras Raras”, justamente por acreditar na importância de tratar sobre o assunto e por serem minerais estratégicos, ou seja, previstos para serem explorados em grandes quantidades futuramente. A metodologia didática utilizada na SD buscou demonstrar aos alunos os aspectos que permeiam a mineração, entre eles, os fatores econômicos, políticos, sociais e ambientais, para que então eles fossem capazes de formar opinião frente ao contexto nacional.

### **AULA 1- A IMAGEM DA MINERAÇÃO BRASILEIRA**

A utilização de imagens em sala de aula contribui para despertar o pensamento crítico do aluno, além de ser uma forma de registrar fenômenos, eventos ou fazer representações e assim facilitar a aprendizagem (MATIAS, 2006). A estratégia da mostra visual foi elaborada e aplicada com cada turma em um grande círculo (Figura 13), a fim de expor aos alunos as problemáticas ambientais e relacioná-las à realidade do contexto nacional, destacando as consequências para os indivíduos participantes desta realidade.

**Figura 13:** alunos em círculo para início da atividade



**Fonte:** Imagem da Pesquisadora

Cada turma foi dividida em 8 grupos e, cada grupo de forma organizada escolheu a paisagem que mais lhe chamava a atenção, para posteriormente discutir e realizar uma breve apresentação com mediação da professora (Figura 14).

**Figura 14:** Imagens de alunos realizando a atividade em sala.



**Fonte:** Imagens da pesquisadora

A Figura 15 engloba as imagens disponibilizadas aos alunos: imagem 1 - hidrelétrica de Tucuruí; imagem 2 - desmatamento na Amazônia visto por satélite; imagem 3 - desastre de Mariana- MG; imagem 4 - mina de ferro no Amazonas; imagem 5 - barragem de rejeitos em Minas Gerais; imagem 6 - peixes mortos devido ao rio contaminado por rejeitos de mineradoras; imagem 7 – o mineiro durante o trabalho; imagem 8- mina de Carajás.

**Figura 15:** Imagens abordadas em sala de aula



**Imagem I- Usina hidrelétrica de Tucuruí**

Disponível em: <<https://petronoticias.com.br/archives/59856>>. Acesso em: 10/01/2019.



**Imagem II- Desmatamento na Amazônia**

Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/blogs/salada-verde/em-10-anos-mineracao-causou-9-de-desmatamento-na-amazonia/>>. Acesso em: 10/01/2019.



**Imagem III: Desastre de Mariana- MG**

Disponível em: <<https://amitafamitaf.jusbrasil.com.br/noticias/25455887/desastre-em-mariana-foi-acidente-ou-crime-e-precipitado-avaliar-diz-ministro>>. Acesso em: 10/01/2019.



**Imagem IV- Mina de ferro no Amazonas**

Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2012/06/extracao-de-minerio-ameaca-cavernas-e-vegetacao-rara-na-amazonia.html>>. Acesso em: 10/01/2019.



**Imagem V- Barragem de rejeito em MG**

Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/11/interna\\_gerais,706648/em-minas-42-barragens-de-rejeito-nao-tem-garantia-de-estabilidade.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/11/interna_gerais,706648/em-minas-42-barragens-de-rejeito-nao-tem-garantia-de-estabilidade.shtml)>. Acesso em: 10/01/2019.



**Imagem VI- Peixes mortos em rio contaminado**

Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2015/11/mais-de-2-t-de-peixes-mortos-ja-foram-recolhidas-no-rio-doce-diz-ibama.html>>. Acesso em: 10/01/2019.



**Imagem VII- Mineiro durante o trabalho**

Disponível em: <<https://www.gazetacentral.com.br/MateriaDetalhes.php?Codigo=19156&Titulo=amazonia-brasileira-abriga-453-garimpos-ilegais-mostra-estudo>>. Acesso em: 15/01/2019.



**Imagem VIII- Mina de Carajás**

Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Serra\\_dos\\_Caraj%C3%A1s#/media/File:Carajas\\_Mine.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Serra_dos_Caraj%C3%A1s#/media/File:Carajas_Mine.jpg)>. Acesso em: 15/01/2019.

Foi nítido o impacto que as imagens causaram nos alunos, além de despertar o senso crítico mediante a reflexão sobre o significado das imagens, provocou ainda uma rica discussão sobre aspectos sociais e ambientais causados pelas atividades registradas nas imagens, como podemos notar nas falas de alguns alunos:

Leitura inicial: Imagem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no Pará:

A01A: Ah, a gente vê um lugar bem bonito, com bastante água, deve ser um rio ou um lago, parece que tem casas em volta.

A45B: Talvez seja um rio grande, a gente acha que tem umas casinhas, com certeza tem gente morando na beira desse rio. Deve ter peixes também... é muita água! Parece ser um lugar legal, a gente gostaria de morar lá.

Leitura inicial: Imagem sobre o desastre de Mariana-MG

A13C: Nessa imagem nós vemos o desastre ambiental ocorrido em Mariana. O desastre que devastou a cidade de Mariana foi a ruptura das barragens de rejeitos, onde muitas pessoas perderam suas casas, famílias e sua cidade.

A02B: Pegamos a imagem 3, que se trata do desastre de Mariana. Na imagem encontramos várias casas destruídas, carros embaixo da lama, bastante lixo. Esse desastre fez com que pessoas ficassem sem

moradia, causou mortes. Foi ocorrido devido ao desmoronamento de uma barreira de água.

### Leitura inicial: Imagem sobre o mineiro durante o trabalho

A11A: Têm um homem sujo trabalhando, a gente acha que é em uma mina e nas empresas de garimpo existem trabalhadores que trabalham em péssimas condições e ainda são enganados e entram em dívidas com seus patrões, como era na época da escravidão.

A sequência de imagens abordada levou em consideração questões envolvendo o impacto ambiental, e suas consequências para a população, a fauna e a flora local, todos os envolvidos diretamente com a extração de minerais, desde a sua implementação até os riscos posteriores, um conjunto de questões sociocientíficas discutidas com os alunos participantes.

Após a discussão sobre o que se tratava cada imagem, a professora fez um debate com a turma sobre cada uma delas, o que causou comoção e espanto em muitos alunos ao perceberem os impactos decorrentes das atividades humanas causados ao ambiente, transformando-o conforme seus interesses.

## **AULA 2- MINERAIS, MINÉRIOS E MINERAÇÃO: DEFINIÇÃO**

De acordo com Archela (2004, p.1) “minerais são elementos ou compostos químicos naturais que surgem como resultado de processos físico-químicos ocorrentes no interior ou na superfície da crosta terrestre.” Já minério, segundo Canto (2004, p. 15), “é o nome dado ao mineral do qual se extrai, com vantagem econômica, uma substância química de interesse industrial”.

Baseado no livro “Minerais, minérios e metais de onde vêm? Para onde vão?” de Canto (2010), foi feita uma aula expositiva dialogada, com o intuito de expor as problemáticas relacionadas ao extrativismo mineral, além de enfatizar a importância destes para a economia do Brasil, demonstrando que o nosso país é um grande detentor de riquezas minerais. Dentre os assuntos abordados em aula, destacamos:

- Mina, mineral, minério e mineração: explicação sobre as diferenças e as definições de cada termo.
- Como é a Terra por dentro: como ocorre a formação de minérios.
- As rochas e o subsolo: abordagem sobre vulcões como fonte de evidências científicas para analisar a composição química.

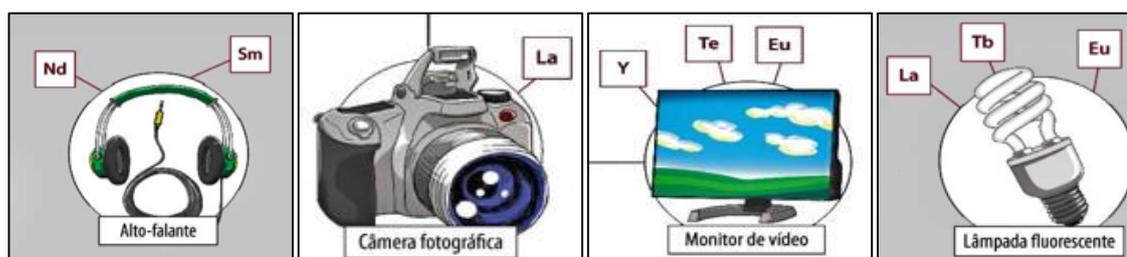
- Reflexões sobre a mineração: principais minérios extraídos no Brasil e os ETR.

Durante a aula, pequenos questionamentos e discussões foram mediadas, a fim de embasar os alunos para o desenvolvimento das atividades, de modo que entendessem os principais termos e os aspectos científicos envolvidos desde a formação de minerais.

### **AULA 3: USOS/APLICAÇÕES E IMPLICAÇÕES DAS TERRAS RARAS**

Em grupos, os alunos receberam uma imagem intitulada “Mil e uma utilidades na alta tecnologia” (Anexo 1), a qual apresenta diversos dispositivos que possuem em sua composição elementos terras raras, como por exemplo a imagem da Figura 16.

**Figura 16:** Dispositivos que apresentam ETR



**Fonte:** Adaptado de Senado (2013).

Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/terras-raras/realidade-brasileira/apesar-de-ter-grandes-reservas-o-brasil-nao-lavra-nem-produz-compostos-de-terras-raras-segundo-estudo-do-centro-de-gestao-e-estudos-energeticos-cgee.aspx>>. Acesso em 02/12/2017.

No início, os alunos ficaram surpresos quanto à presença desses elementos em eletroeletrônicos conhecidos por eles como, o celular, a câmera fotográfica, a tela de TV e computadores. Após a observação e discussão entre os grupos, a professora iniciou uma conversa, a fim de que compartilhassem o que mais lhes chamou a atenção, além de destacar a importância desses elementos para a produção de aparatos tecnológicos e para o seu devido funcionamento. Durante a discussão, os alunos questionaram a presença desses elementos em alguns materiais e outros relacionaram esses elementos com o cotidiano, como podemos observar na seguinte transcrição:

A22A: Nossa o que a lâmpada tem a ver com esses elementos? Se eles são tão caros para colocar numa coisa tão barata?

P: Então, a indústria utiliza esses elementos por causa das propriedades que eles têm, suas características ajudam no funcionamento de determinado material, por exemplo, olhem para imagem da lâmpada, quais são os elementos Terras Raras, se tem dúvida, é só conferir na Tabela Periódica.

A23A: Lantânio, Térbio e Európio.

P: Certo, esses elementos são usados na forma de óxido, como se fosse um pozinho dentro da lâmpada, um revestimento, eles servem para a absorção de luz ultravioleta e o Térbio, por exemplo, potencializa a emissão da luz branca, que é a que a gente consegue ver.

A12A: Mas é só a luz branca? Olha só a televisão, também tem o Európio e o Térbio.

Professora: Não, na televisão, eles são responsáveis por produzir as cores primárias, o verde, o vermelho e o azul. Ah.. e na TV, que é o monitor de vídeo aí na figura, quais são os elementos mesmo?

A12A: Aé, achei que era o mesmo, mas são o Eu de Európio, Te não é de Térbio é de Telúrio e Y de Ítrio...conferindo com a Tabela...

A13A: Professora...se esses elementos são tão importantes pra confeccionar materiais que todo mundo usa, não entendi por que ninguém conhece, eu acho que deveriam falar mais deles, porque a gente vê mais elementos de outros elementos.

Além dessa discussão, outros questionamentos e apontamentos foram levantados, tais como:

A10B: Muito legal saber que a gente carrega elementos terras raras, “tipo” comigo tem o meu celular e meu fone.

A30C: Prô, mas só a câmera sozinha tem terra rara? Ou as que ficam nos outros aparelhos também tem? Tipo, no celular, no note, aquelas canetas de detetive.

A15C: Se a gente reciclasse esses materiais daria pra não extrair mais né, porque desse jeito, daria pra usar de novo pra fazer outro material.

#### **AULA 4: PESQUISA DIRECIONADA**

Durante esta etapa, foi retomada a aula anterior, lembrando os principais dispositivos eletroeletrônicos que continham compostos de elementos terras raras, sendo que cada grupo tinha escolhido dois dispositivos para realização da pesquisa, por exemplo, lâmpada e notebook. A pesquisa foi realizada como atividade extraclasse e o texto que foi entregue para professora deveria conter as seguintes informações: as propriedades dos elementos TR, o processo de obtenção desde a extração até o produto, além da localização de minérios desses elementos no território brasileiro. Com esta atividade, além dos elementos terras raras, os discentes foram capazes de identificar a presença de outros elementos químicos presentes nos materiais pesquisados como o alumínio (Al), o cádmio (Cd), o mercúrio (Hg) e o arsênio (As). Além do solicitado pela professora durante a pesquisa, os alunos notaram questões relacionadas ao meio ambiente e à saúde.

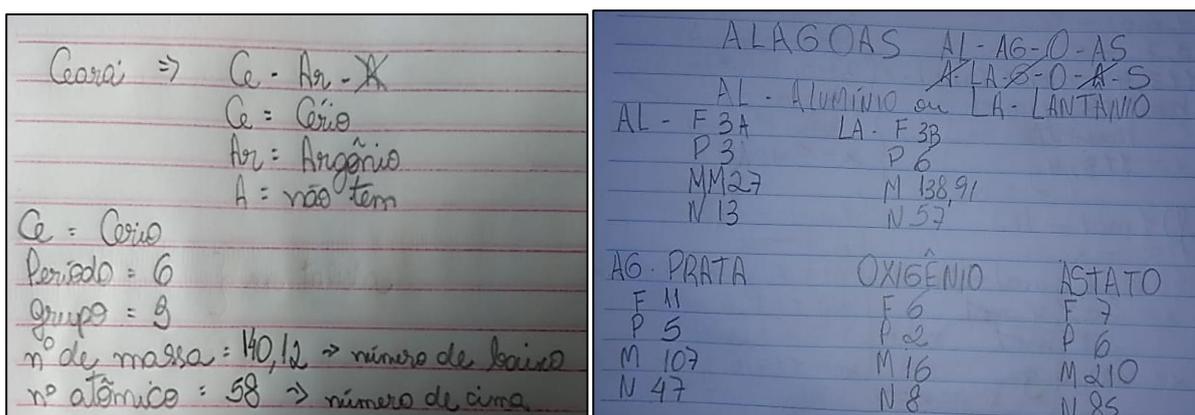
## AULA 5: ELEMENTOS QUÍMICOS E O MAPA DO BRASIL

Na lousa foram dispostos o Mapa do Brasil e a Tabela Periódica para que os discentes consultassem durante a realização da atividade, além de uma tabela individual (Anexo 2). Esta atividade foi dividida em dois principais momentos, teve início com a divisão da turma em 5 grupos, em cada grupo representou uma região geográfica do país. Na atividade os alunos deveriam encontrar os possíveis símbolos de elementos químicos nos nomes dos Estados da região, conforme os exemplos a seguir:

Acre → Ac- Re  
 Ac de Actínio e Re de Rênio  
 Pará → Pa- Ra  
 Pa de Protactínio e Ra de Rádio  
 Amapá → Am-Pa  
 Am de Amerício e Pa de Protactínio

Quando encontrado o símbolo de um elemento químico, os alunos deveriam discriminar a localização desse elemento na Tabela Periódica, como o Período e a Família e informar ainda o número atômico e a massa molar. Quando encontrado um ETR, a palavra deveria ser compartilhada com a turma. A Figura 17 mostra a atividade realizada por dois grupos de alunos.

**Figura 17:** Atividade realizada



Fonte: Imagem da pesquisadora

## AULA 6: ELEMENTOS TERRAS RARAS NO BRASIL

A partir da pesquisa realizada anteriormente e da leitura do texto “Descaso brasileiro com a extração de terras-raras”, o qual tratava da exploração de Monazita

na Praia da Buena – RJ (Anexo 3), foi apresentado aos alunos as principais formas químicas em que são encontrados os ETR na natureza, trabalhando as diferenças entre fosfatos, carbonatos, silicatos e óxidos (Tabela 10).

Também foram discutidos durante a aula, os impactos locais trazidos pela implantação ou fechamento da indústria mineradora, como podemos observar nos dois excertos da notícia (Senado, 2013):

[...] a implantação e a operação do tratamento químico da monazita se deram dentro dos melhores padrões tecnológicos, em nível mundial, com a fabricação de produtos de alta qualidade e grande ênfase na área de pesquisa e desenvolvimento, apresentando resultados práticos importantes, com a colocação no mercado de novos produtos.

O possível fechamento da unidade da INB em Buena preocupa o prefeito de São Francisco de Itabapoana, Pedro Jorge Cherene Júnior, por tratar-se da única indústria da cidade. O encerramento da operação vai desempregar muita gente e diminuir a renda local.

O texto demonstra a importância das indústrias mineradoras para sociedade, como a geração de empregos na região, o desenvolvimento de pesquisas e o crescimento da economia, além disso, uma imagem da localização dos elementos Terras Raras no território brasileiro (Figura 18), foi exposta, sendo que os alunos foram organizados em grupos para uma discussão baseada no potencial brasileiro para extração desses elementos demonstrando os aspectos positivos e negativos relacionados à implementação e fechamento de uma indústria mineradora.

**Tabela 10:** Principais formas químicas em que são encontrados os ETR

Mineral	Fórmula química teórica	% peso aproximada de OTR
<b>Carbonatos/fluorcarbonatos</b>		
Ancililita	$\text{Sr(ETR)(CO}_3)_2\text{OH H}_2\text{O}$	43
Bastnaesita	$(\text{ETR})(\text{CO}_3)\text{F}$	75
Parisita	$\text{Ca(ETR)}_2(\text{CO}_3)_3\text{F}_2$	60
Sinchisita	$\text{Ca(ETR)(CO}_3)_2\text{F}$	51
<b>Fosfatos</b>		
Britholita	$(\text{ETR,Ca})_5(\text{SiO}_4)_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH,F})$	32
Churchita	$\text{YPO}_4 \text{ H}_2\text{O}$	51
Florencita	$(\text{ETR})\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6$	32
Monazita	$(\text{ETR,Th})\text{PO}_4$	65
Rabdofanilita	$(\text{ETR})\text{PO}_4 \text{ H}_2\text{O}$	65
Xenotima	$\text{YPO}_4$	61
<b>Silicatos</b>		
Allanita	$(\text{ETR,Ca}_2(\text{Al,Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+}))_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$	37
Cerita	$\text{ETR}_9\text{Fe}^{3+}(\text{SiO}_2)_6[(\text{SiO}_3)(\text{OH})](\text{OH})_3$	70
Cheralilita	$(\text{Ca,ETR,Th})(\text{P,Si})\text{O}_4$	31
Chevkinilita	$(\text{Ca,ETR,Th})_4(\text{Fe}^{2+},\text{Mg})_2(\text{Ti,Fe}^{3+})_3\text{Si}_4\text{O}_{22}$	42
Eudialilita	$\text{Na}_4(\text{Ca,ETR})_2(\text{Fe}^{2+},\text{Mn}^{2+},\text{Y})\text{ZrSi}_8\text{O}_{22}(\text{OH,Cl})_2$	9
Gadolinita	$(\text{ETR})_2\text{FeBe}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$	54
<b>Fluoretos</b>		
Fluocerita	$(\text{ETR})\text{F}_3$	83
Gagarinilita	$\text{NaCaY(F,Cl)}_6$	38
<b>Óxidos</b>		
Brannerilita	$(\text{U,Ca,ETR})(\text{Ti,Fe})_2\text{O}_6$	9
Cerianita	$(\text{Ce}^{4+},\text{Th})\text{O}_2$	63
Euxenita	$(\text{Ca,ETR,U,Th})(\text{Nb,Ta,Ti})_2\text{O}_6$	24
Fergusonita	$(\text{ETR})\text{NbO}_4$	47
Loparita	$(\text{ETR,Na,Ca})(\text{Ti,Nb})\text{O}_3$	30
Samarskita	$(\text{Y,Fe}^{3+},\text{U})(\text{Nb,Ta})_5\text{O}_4$	24

Fonte: (MINDAT,2017)

Figura 18: Disposição de terras raras no Brasil



**Fonte:** Senado, 2013. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/terras-raras/realidade-brasileira/apesar-de-ter-grandes-reservas-o-brasil-nao-lavra-nem-produz-compostos-de-terras-raras-segundo-estudo-do-centro-de-gestao-e-estudos-energeticos-cgee.aspx>>. Acesso em 02/12/2017.

## **AULA 7: CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS**

Nesta aula, os alunos trouxeram a pesquisa realizada na Aula 4 e na sala de aula, utilizaram seus celulares para acessarem o *Software Tabela interativa em Português* (Anexo 4), para comparar com os dados obtidos na pesquisa. Ao visualizar a Tabela Periódica virtual<sup>6</sup>, os alunos identificaram e compararam as características dos elementos terras raras, além disso, as principais propriedades de outros elementos foram trabalhadas, como hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, enxofre, dentre outros elementos utilizados concomitantemente com os ETR. Ao clicar em um dos elementos presentes na tabela interativa, informações sobre como é encontrado na natureza, as principais aplicações no cotidiano e a quantidade existente no Universo, no corpo humano, na Crosta terrestre e no Oceano eram disponibilizadas aos alunos, conforme exemplo da Figura 19.

**Figura 19:** Exemplo das informações presentes na Tabela virtual



**La** 57  
**Lantânio**

Lentes de Telescópios

[Versão PDF para imprimir \(tamanho A4\)](#)

**Quanto do elemento lantânio existe no...**

Universo -  $2 \times 10^{-7}\%$  da massa (2 ppb)  
 Corpo humano - (sem dados disponíveis)  
 Crosta terrestre - 0,0034% da massa (34 ppm)  
 Oceano -  $3,4 \times 10^{-10}\%$  da massa (3,4 ppt)

**Onde podemos encontrar o lantânio na natureza?**

- é o 29º elemento mais abundante na crosta terrestre
- apesar de ser dito um elemento terra-rara não é necessariamente de ocorrência rara na natureza
- encontrado em minerais monazitas e bastnasitas

**Quais são as principais aplicações do elemento lantânio no dia a dia e na indústria?**

- em pedras de isqueiro e faiscadores para acender fogueira de acampamento
- ligas de lantânio-níquel podem ter aplicação no armazenamento de hidrogênio; com potencial uso em automóveis
- lantânio-203 é usado em vidros especiais
- encontrado em ânodos de baterias tipo níquel metal hidreto
- em lâmpadas de projeção e iluminação; garantem uma luminosidade que imita a luz natural
- $La^{3+}$  é um marcador biológico para o  $Ca^{2+}$
- lantânio radioativo tem sido testado para radioterapia
- sais de lantânio são usados como catalisadores no refino do petróleo
- em mantas de lâmpadas a gás
- na fabricação de vidros especiais; como em materiais ópticos para telescópios
- adicionado em pequenas quantidades ao aço para aprimorar a maleabilidade, resistência ao impacto e ductilidade
- presente em pequenas quantidades em alguns produtos para piscina que removem fosfatos, impedindo a proliferação de algas

**Fontes:**

- WolframAlpha

*Texto escrito por Prof. Dr. Luís Roberto Brudna Holzle (luisbrudna@gmail.com).*

**Fonte:** HOLZLE, 2017. Disponível em: <<https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-aplicacoes-dos-elementos-quimicos/>>. Acesso em 30 set. de 2018.

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-aplicacoes-dos-elementos-quimicos/>>

## **AULA 8: A LUZ DOS TERRAS RARAS**

Estudar química no ensino médio pode ser ainda mais prazeroso e motivador quando aulas teóricas apresentam ligação com pesquisas e experimentos (BENITE; BENITE 2009). Por isso é importante tratar os conhecimentos de forma inter-relacionada e contextualizada de maneira a envolver os alunos no processo de construção de saberes, contribuindo para o conhecimento científico (SUART; MARCONDES, 2008).

Pensando na importância dos elementos Terras Raras no dia a dia, foi proposta uma atividade experimental a fim de exemplificar conceitos de excitação eletrônica durante o funcionamento de lâmpadas e aparatos eletroeletrônicos, utilizando materiais de fácil acesso, com o intuito de aprimorar habilidades de observação, comunicação e raciocínio desses discentes (SUART; MARCONDES, 2008).

Para a realização de um experimento simples em sala de aula que envolvesse os elementos terras raras ou alguma de suas propriedades, procurou-se utilizar materiais disponíveis para elaboração da atividade, incluindo recicláveis e livros extras, sempre instigando a curiosidade e o interesse do saber, dando espaço para os alunos explorarem suas possíveis dúvidas e que as mesmas fossem esclarecidas de maneira a utilizar seus conhecimentos prévios

Compostos de elementos de terras raras geralmente têm preços elevados no mercado e muitas escolas da educação básica não tem esses reagentes disponíveis. Então, foi realizado um experimento com outros materiais, mas que abordasse uma propriedade específica de alguns elementos de terras raras: a emissão de luz. Com base no artigo “A Luz e as Terras Raras” (SERRA *et al.*, 2015) e em um experimento disponível na internet<sup>7</sup>, elaboramos uma atividade experimental para abordar o fenômeno da fluorescência. No experimento utilizamos água tônica, caneta marca texto, caixa de sapato, copos descartáveis, fita adesiva, caneta retroprojeter e a lanterna de celular (na lanterna do celular foi feita uma adaptação para que se tornasse em luz negra<sup>8</sup>). O roteiro experimental foi disponibilizado aos alunos (Apêndice E), mas a experiência foi conduzida inicialmente com o modelo atômico de

---

<sup>7</sup> líquido fluorescente- Disponível em:<<http://www.manualdomundo.com.br/2011/08/liquido-fluorescente/>>

<sup>8</sup> Disponível em:<<http://www.manualdomundo.com.br/2015/01/como-fazer-luz-negra-caseira-usando-celular/>>.

Bohr, o espectro eletromagnético e as propriedades de luminescência dos materiais, relacionando tais conceitos com o funcionamento de alguns equipamentos, como telas de celular, TV, tablet e lâmpadas. A imagem do experimento realizado é apresentada na Figura 20.

**Figura 20:** Imagem do resultado do experimento realizado na Aula 8.



Marca texto



Água tônica

**Fonte:** Imagens da Pesquisadora

Segundo Martins (2002, p. 37) o ensino com enfoque CTS tem “a importância do ensinar a resolver problemas, a confrontar pontos de vista, a analisar criticamente argumentos, a discutir os limites de validade de conclusões alcançadas, a saber, formular novas questões”. Antes e após a realização da experiência, diversos questionamentos surgiram, conforme trecho da aula na turma da 1ª série A:

P: Pessoal! Prestem atenção! Antes de vocês colocarem as soluções dentro da caixa de sapato, eu quero que vocês observem os dois líquidos! Perceberam alguma diferença?

A20A: Não!

A12A: Eu sim prô, parece que uma tem gás e a outra não, por isso eu sei que é água tônica.

Professora: Isso, olha só, você conseguiu diferenciar por uma característica diferente, as bolhas, mas e quando a gente fala da cor? Qual a cor que vocês estão enxergando?

A13A: Em um, nenhuma cor, transparente e no outro, verde por causa da tinta do marca texto.

P: Tudo bem, e se a gente colocar o líquido número 1 (água tônica) dentro da caixa? Vamos lá, cada grupo colocando o seu e observem.

A01A: não dá pra ver nada, tudo preto.

A12A: Professora, com a lanterna ele continua transparente, parece água.

P: lembram da lanterna que a gente fez? A luz negra? Então, todos aproximem da caixa e observem.

A22A: Nooossaa! Que legal!

A21A: Está azul!

A03: Que da hora, vem ver! O que tem aqui pra ficar assim?

A05A: Que isso! Por que não dá pra ver sem a luz negra? Qual a propriedade dessa luz?

P: Atenção aqui turma!! Vocês lembram quando a gente discutiu sobre a luz que cada aparelho emite? Então, a luz negra é uma luz ultravioleta, por isso não conseguimos ver a sua radiação e ela reflete em objetos ou substâncias fluorescentes, como no caso desse líquido. Agora façam o mesmo com o líquido 2 (água e tinta marca texto).

Além dos questionamentos da turma A, as outras turmas B e C também levantaram perguntas como: “Por que com a luz negra nós conseguimos ver a cor e sem não?”; “Qual é a diferença entre fluorescente e fosforescente?”; “Com outra luz teríamos o mesmo resultado?”; “Por que a luz negra é melhor e não a LED?”.

Ao término da atividade, a professora explicou os conceitos sobre excitação eletrônica e a regiões do espectro eletromagnético, enfatizando a diferença entre fluorescência e fosforescência, além de exemplificar o funcionamento de cada tipo de lâmpada e o seu rendimento, conforme ilustração da Figura 21.

**Figura 21:** Diferentes lâmpadas e suas características de consumo



	Incandescentes	Halógenas	Fluorescentes (CFLs)	LEDs
<b>Consumo</b>	Alto	Alto	Baixo	<b>Baixíssimo</b>
<b>Vida útil (horas)</b>	1.000	2.000	6.000	<b>25.000</b>
<b>Eficiência luminosa</b>	1600	100 w	75 w	20 w
Quantidade de luz que a lâmpada produz por segundo, em lumens.	1100	75 w	55 w	15 w
	800	60 w	45 w	12 w
	450	40 w	30 w	8 w
	210	25 w	19 w	5 w

**Fonte:** Disponível em: <<https://www.retecjr.com/single-post/2017/12/06/A-fici%C3%AAncia-dos-diferentes-tipos-de-l%C3%A2mpadas-e-quanto-cada-uma-impacta-na-conta-de-energia>>. Acesso em 17 de jun de 2018.





Durante a escrita da redação, os alunos se basearam em diversos assuntos abordados em aula desde o início das atividades da SD e, individualmente, explicitaram tais aspectos, defendendo o seu ponto de vista. Após a leitura dos textos realizados pelos alunos, foi considerada a organização dos relatos e as primeiras impressões, a partir da leitura, deram origem às categorias iniciais, que denominamos de subcategorias, que posteriormente foram agrupadas em categorias. No quadro 13 são apresentadas as categorias e subcategorias emergidas no processo da análise de conteúdo.

**Quadro 13:** Categorias e subcategorias

Categorias iniciais (subcategorias)	Categorias
1. Lucro interno	I - Aspectos econômicos
2. Expansão econômica	
3. Avanços em pesquisa e desenvolvimento	II - Ciência e Tecnologia
4. Mudanças de conceitos	
5. Geração de emprego	III – Questões Sociais
6. Saúde	
7. Utilidade	
8. Ética e política social	
9. Responsabilidade Social	IV - Questões Ambientais
10. Degradação ambiental	

Fonte: Autoria própria

No corpus de análise (96 redações) determinou-se o número de frequência de aparição de cada subcategoria, a qual foi composta por trechos das redações. Cada texto analisado, apresentou frequências pertencentes a uma ou mais subcategoria de uma determinada categoria. Por exemplo, o aluno A2A trouxe excertos que foram agrupados em 2 subcategorias, porém de categorias diferentes:

**A2A-** Com certeza, o ponto positivo para o Brasil seria o lucro que o país teria, pois com a extração, as mineradoras fariam mais produtos aqui mesmo. **Aspectos econômicos- Lucro interno**

**A2A-** Antes das atividades, eu achava que só encontrava elementos terras raras em materiais raros como o ouro, o diamante e o rubi, ainda acho que são encontrados na natureza, mas utilizados para outras coisas, tipo a fabricação de tecnologia. **Ciência e Tecnologia- Mudança de conceitos**

As categorias emergidas originam-se das unidades de registro, e estas foram elaboradas a partir das palavras-chaves ou termos presentes nas redações analisadas. Os temas das categorias tiveram como base estudos dos referenciais teóricos da abordagem CTS, e segundo Bardin;

[...] o tema é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo certos critérios relativos à teoria que serve de guia à leitura. O texto pode ser recortado em ideias constituintes, em enunciados e em proposições portadores de significações isoláveis (BARDIN, 2016, p. 135).

De acordo com Moraes (1999), destacamos que não há regras para propor categorias e subcategorias, partindo de critérios semânticos, as categorias surgem como resultado do esforço e criatividade do pesquisador, o qual faz releituras incansáveis para definir o que e como será interpretado de acordo com os objetivos propostos.

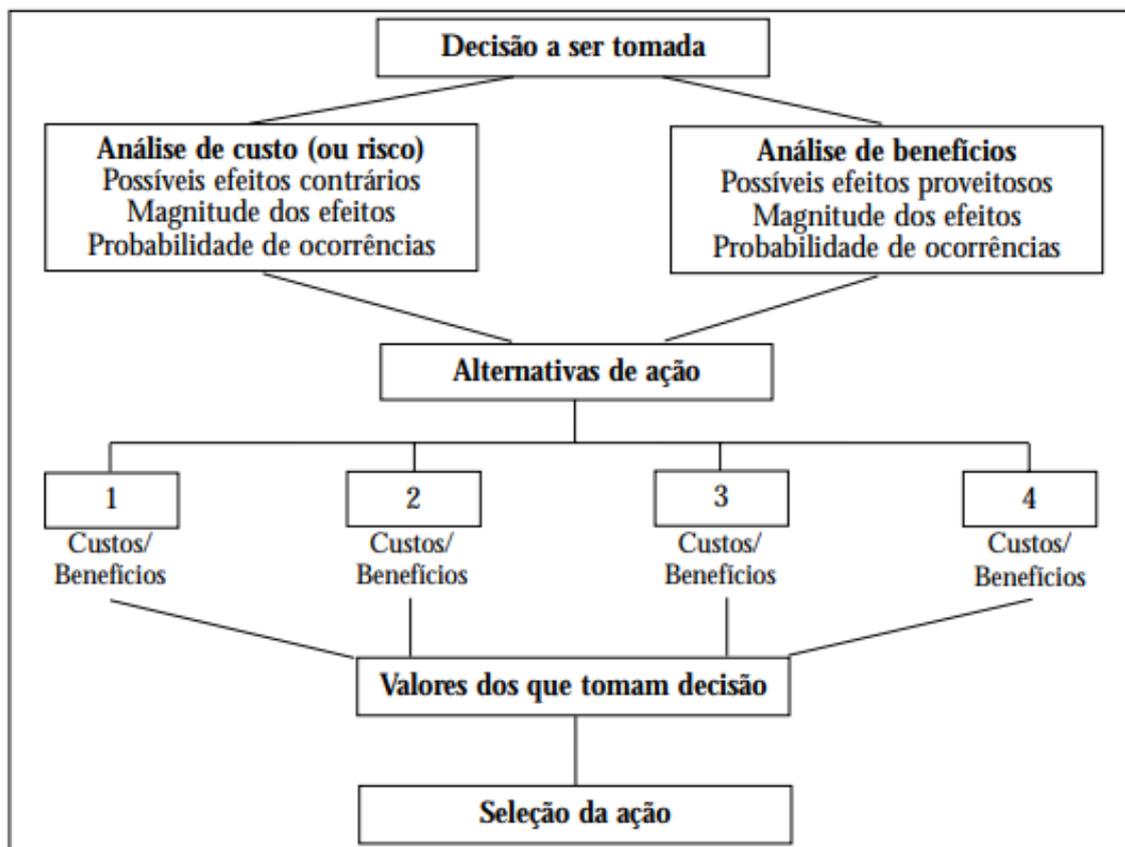
Nas categorias emergidas (I. Aspectos Econômicos, II. Ciência e Tecnologia, III. Contribuições para Sociedade, IV. Questões Ambientais) durante a análise, buscamos identificar as articulações da SD com a abordagem CTS, a partir dos relatos dos estudantes, os quais participaram de discussões acerca da atividade mineradora, com o intuito de informar para tomada de decisões. Neste sentido, nos apoiamos nas ideias de Zoller (1982, p. 11) que considera “a pedra angular de qualquer sociedade democrática é a participação ativa de cidadãos”, defende ainda que a educação no ensino médio deve ser capaz de habilitar os alunos, cidadãos comuns, a tomarem decisões sobre questões sociais, tecnológicas, econômicas e políticas de forma competente, identificando as possíveis soluções para problemas reais. Este autor define alguns passos essenciais para a tomada de decisão em que os currículos de C&T deveriam ser estruturados, sendo eles:

**(a)** Problemas reais (particularmente os de domínio da sociedade tecnológico-social) são complicados, multicomponentes, multidimensionais e dominados pelo tempo. **(b)** Uma decisão deve ser tomada sob um alto grau de incerteza sobre o futuro. No entanto, consequências não intencionais devem ser cuidadosamente buscadas. **(c)** As decisões tomadas devem ser práticas, aplicáveis e economicamente viáveis (as soluções ideais podem ser inúteis se forem inatingíveis e, portanto, frustrante). **(d)** As decisões tomadas devem ser vistas como guias para ações reais. **(e)** Julgamentos de valor devem ser aplicados se nossa preocupação não for apenas o que pode ser feito, mas o que deve ser feito e alcançado no futuro. Isso exige que critérios determinantes sejam usados para a avaliação de soluções alternativas. **(f)** Uma decisão se aplica apenas ao caso e

contexto para o qual foi feito (ZOLLER, 1982, p. 15) (Tradução e grifo nossos).

Santos e Mortimer (2001) demonstram (Figura 23) o passo a passo para construção de uma atividade que leve os estudantes à tomada de decisões.

**Figura 23:** Modelo de atividades para tomada de decisão



**Fonte:** Santos e Mortimer (2001, p. 100, Traduzido de McConnell, 1982, p. 21)

Visto a complexidade e as diferentes formas para tomar decisões, cabe aos alunos aprenderem a melhor forma para resolverem o problema proposto (SANTOS; MORTIMER, 2001), assim sendo, com a mediação da professora, os discentes participantes dessa SD puderam confrontar os aspectos positivos e negativos relacionados à expansão da atividade mineradora de elementos terras raras no Brasil.

Pensando nas definições de C&T no ensino, foram agrupadas as 10 categorias iniciais, as quais originaram as 4 categorias.

Na categoria I (Quadro 14), foram considerados os principais aspectos econômicos citados pelos alunos, tomamos a definição de Economia proposta por Mendes e colaboradores:

Etimologicamente, a palavra “economia” vem dos termos gregos oikós (casa) e nomos (norma, lei). Pode ser compreendida como “administração da casa”, algo bastante comum na vida das pessoas. Portanto, é interessante essa aproximação do mundo da casa com o mundo da economia. Em outras palavras, podemos dizer que a Economia estuda a maneira de administrar os recursos disponíveis com o objetivo de produzir bens e serviços, e de distribuí-los para seu consumo entre os membros da sociedade (MENDES *et al.*, 2015, p. 16).

**Quadro 14:** Descritores da categoria Economia.

<b>Categorias iniciais</b>	<b>Descritores</b>	<b>Categoria</b>
1. Lucro interno	Evidencia questões relacionadas à importação ou utilização de matérias primas em território nacional visando lucratividade.	<b>I. Aspectos Econômicos</b>
2. Expansão econômica	Quando o aluno faz referência ao crescimento econômico e às exportações.	

**Fonte:** Autoria própria

Nesta categoria são percebidas as relações do extrativismo mineral com os seus benefícios, como a importância local da implementação de uma mineradora, de acordo com os relatos dos estudantes, contribuiria para o crescimento econômico do Brasil, seja por meio de exportações desses minerais ou por não necessitar comprá-los do exterior. O Quadro 15 apresenta a frequência de aparição de cada subcategoria e alguns de seus respectivos exemplos.

**Quadro 15:** Exemplos de frases agrupadas na categoria Aspectos econômicos.

<b>Categoria I. Aspectos Econômicos</b>		<b>Frequência</b>
1. Lucro interno	<p>“Seria bom por um lado, pois o Brasil vê os elementos terras raras como muito importantes para serem mais extraídos no futuro, por gerar lucro”. <b>A3A</b></p> <p>“Os minerais que têm os elementos terras raras dão bastante dinheiro e o país poderia pegar a matéria prima daqui mesmo isso ajuda na economia”. <b>A4B</b></p> <p>“Para o Brasil os elementos terras raras ajudariam na produção de tudo o que é legal, tipo celular e computador e não precisaria comprar da China”. <b>A8C</b></p>	<b>46</b>
2. Expansão econômica	“Os materiais servem para o Brasil avançar junto com os outros países, aqui esses elementos poderiam mandar para outros	<b>21</b>

	<p>países, só que não adianta só isso, as pessoas precisam utilizar esses materiais com consciência”. <b>A14A</b></p> <p>“De certa forma os minerais ajudam a movimentar a economia, por isso se extrair esses elementos de modo consciente, haveria um crescimento do país no exterior, no aspecto econômico, por serem minerais estratégicos”. <b>A23C</b></p>	
--	--	--

**Fonte:** Autoria própria

Dentre os exemplos citados no Quadro 15 é possível averiguar que os alunos ainda carregam consigo a definição que tinham no início da SD de que elementos terras raras são elementos importantes, valiosos e que a sua extração agregaria valor à economia brasileira, além disso, houve a compreensão de que apesar de importantes para a expansão econômica, é preciso pensar em como extrair e consumir de forma consciente.

A Categoria I apresentou frequência total de 67, sendo 46 relacionadas à subcategoria 1. Lucro interno e 21 à subcategoria 2. Expansão econômica. Verifica-se uma quantidade considerável de alunos que lembraram de discutir sobre a economia brasileira e a importância da extração mineral para o crescimento do país, destacando que esta abordagem contribui para discussões sobre diferentes aspectos envolvidos com a temática.

A Categoria II - Ciência e Tecnologia (Quadro 16) contempla relatos sobre avanços científicos e tecnológicos decorrentes do uso dos elementos TR nos quais se percebe mudanças conceituais dos alunos após a realização da SD.

**Quadro 16:** Descritores da categoria Ciência e Tecnologia.

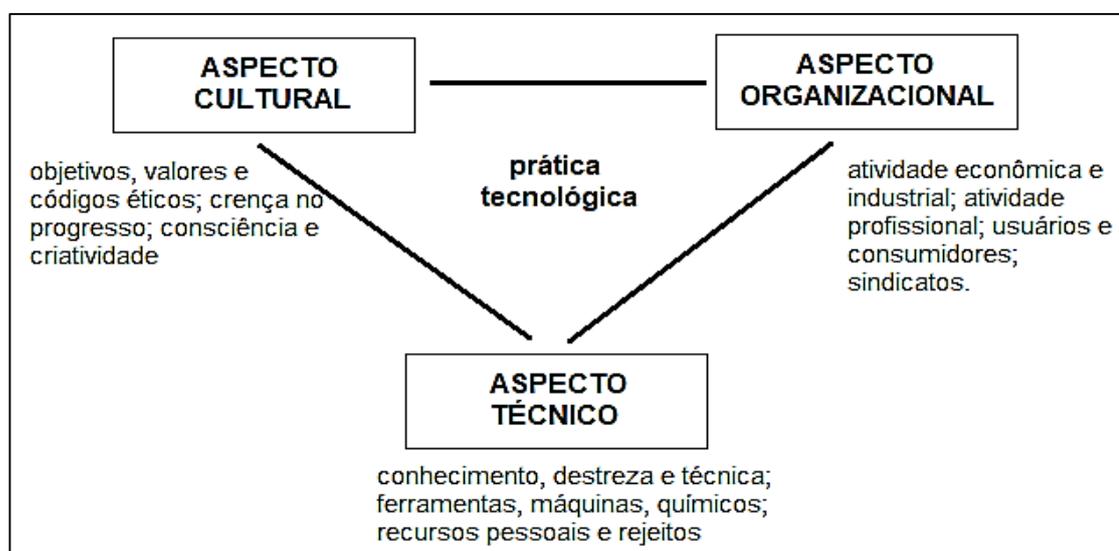
<b>Categorias iniciais</b>	<b>Descritores</b>	<b>Categoria</b>
3. Avanços em pesquisa e desenvolvimento	Relata as considerações para avançar e desenvolver pesquisas.	<b>II. Ciência e Tecnologia</b>
4. Mudança de conceitos	Ressalta aspectos conceituais modificados ao longo da SD.	

**Fonte:** Autoria própria

No ensino CTS, a Ciência deve se opor à simples significação de conceitos científicos, é necessário refletir não apenas sobre seus avanços, mas evitar defini-la como distante da realidade, totalmente racional e imutável, além de enfatizar que está

em constante construção e que pode ser aproveitada para a resolução de problemas reais vividos pela sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002). Já a Tecnologia deve ser “apresentada das diferentes formas de conhecimento para atender às necessidades sociais” (SANTOS; SCHNETZLER, 2014, p. 64), ela está diretamente ligada ao conhecimento científico, porém devem ser considerados os fatores culturais, organizacionais e técnicos envolvidos a ela (PACEY, 1990), conforme representado no esquema da Figura 24.

**Figura 24:** Esquema do significado geral de tecnologia.



**Fonte:** Adaptado de Pacey, 1990, p. 19. (Tradução nossa)

Sabe-se que a sociedade é cada vez mais influenciada a modificar hábitos para acompanhar a crescente demanda por aparelhos eletroeletrônicos cada vez mais modernos, aqueles de alta resolução ou alta definição. Para desenvolver tais aparelhos é necessário investir em pesquisas científicas e tecnológicas, portanto a importância das pesquisas foi um dos pontos trazidos pelos discentes, mas sugerindo que estudos deveriam ser orientados para redução de impactos da extração mineral ou para melhorias durante o processamento, conforme exemplos representados no Quadro 17.

**Quadro 17:** Exemplos de frases agrupadas na categoria Ciência e Tecnologia.

<b>Categoria II. Ciência e Tecnologia</b>		<b>Frequência</b>
3. Avanços em pesquisa e desenvolvimento	<p>“Para quem estuda os minerais retirados do solo, seria ótimo, porque o Brasil teria mais mineradoras para desenvolver as pesquisas sobre como extrair os elementos terras da melhor forma, sem prejuízos”. <b>A12A</b></p> <p>“Para obtenção de elementos terras raras é necessário passar por um tratamento industrial e químico caro, para em seguida, produzir os materiais que já conhecemos, como celulares, lâmpadas e daria para deixar o processo mais barato com estudos”. <b>A15B</b></p> <p>“Na produção acontece uma reação química, porque todos os materiais precisam de uma reação química para formar tecnologia boa, mas todos nós sabemos que essas reações precisariam não causar tantos impactos na natureza e nos trabalhadores envolvidos”. <b>A13C</b></p>	<b>35</b>
4. Mudança de conceitos	<p>“Antes eu achava que terras raras era uma coisa encontrada na terra que era rara, mas terras raras são elementos químicos que ocorrem em vários minérios de composições distintas”. <b>A16A</b></p> <p>“Para mim, a química era envolvida na formação dos materiais e nos problemas causados na natureza por causa da extração, mas percebi que não é só isso, que ela pode pensar nas formas de impactar menos”. <b>A20B</b></p> <p>“A química é uma ciência que estuda várias coisas, como os elementos terras raras, localizados no bloco f da tabela periódica, diversas pessoas pensam que é algo ruim por estar envolvida na fabricação de drogas ou que é ruim, por danificar os cabelos (tinta, progressiva e relaxamento), ou o meio ambiente com a poluição química, mas na verdade, ela contribui para encontrar elementos, descobre como e onde usar e pode ajudar a preservar vários ambientes”. <b>A22C</b></p>	<b>41</b>

**Fonte:** Autoria própria

A frequência total da segunda categoria foi 76, sendo 35 relacionadas à subcategoria 3. Avanços em pesquisa e desenvolvimento e 41 à subcategoria 4. Mudança de conceitos, esta última possibilitou identificar que os alunos confrontaram suas concepções iniciais com outras informações ao longo da SD, como citado pelo aluno A22C, quando a culpa pelos prejuízos ambientais é atribuída à química, uma ciência, que de acordo com Canto (2010);

[...] não pode ser culpada pelo mal-uso que se faz de seus princípios, o que é obra de pessoas que ignoram as maléficas consequências disso, ou que as conhecendo, usam de má fé, motivadas por ganância, falta de escrúpulos ou irresponsabilidade social e humana. A Química pelo contrário, deve oferecer a saída para os problemas que advêm das práticas industriais. O conhecimento dos conceitos científicos básicos e sua aplicação a situações práticas têm permitido, além de diminuir a poluição ambiental, aumentar a lucratividade e as contribuições sociais e ambientais das indústrias (CANTO, 2010, p. 137-138).

A Categoria III - Contribuições para Sociedade (Quadro 18) refere-se aos relatos sobre benefícios ou malefícios que seriam trazidos para a sociedade, como a geração de empregos, os impactos à saúde e a utilidade dos elementos TR para o cotidiano, também traz reflexões sobre o papel do indivíduo na sociedade, a partir dos valores necessários para a implementação de uma mineradora e o uso consciente dos produtos da mineração.

**Quadro 18:** Descritores da categoria Contribuições para Sociedade.

<b>Categorias iniciais</b>	<b>Descritores</b>	<b>Categoria</b>
5. Geração de emprego	Refere-se aos relatos sobre a importância dessa mineradora e indústrias para o mercado de trabalho.	<b>III. Questões Sociais</b>
6. Saúde	Enquadra os benefícios e malefícios da extração/ utilização dos elementos TR relacionados à saúde.	
7. Utilidade	Aborda a aplicabilidade dos ETR no cotidiano.	
8. Ética e política social	Engloba os valores sociais e políticos frente à extração mineral	

**Fonte:** Autoria própria

A categoria III foi criada a partir de relatos que trazem aspectos ou questões sociais atreladas ao uso da tecnologia na sociedade, bem como o seu uso de acordo

com as necessidades das pessoas. Dentro de uma sociedade, “as regras, leis e normas surgem dessa vida estruturada em coletividade com o intuito de orientar a conduta humana em favor do bem-estar de todos” (ROBLE, 2008, p. 9). O Quadro 19 apresenta alguns exemplos, considerados pelos alunos como importantes por refletirem em questões sociais.

**Quadro 19:** Exemplos de frases agrupadas na categoria Sociedade.

<b>Categoria III. Questões Sociais</b>		<b>Frequência</b>
5. Geração de emprego	<p>“As pessoas podem melhorar de vida criando novos materiais, trabalhando na indústria de minérios, para muitos será o sustento de suas famílias”. <b>A9C</b></p> <p>“As mineradoras são muito importantes para o desenvolvimento do campo de trabalho para os moradores locais que poderão virar funcionários”. <b>A17A</b></p> <p>Ao gerar emprego com a matéria prima para produzir eletroeletrônicos, a sociedade será beneficiada, isso é um ponto positivo. <b>A18B</b></p>	<b>32</b>
6. Saúde	<p>“Os elementos terras raras, apesar de desconhecidos por muitos, são essenciais para manter a saúde da população, pois são utilizados na fabricação de aparelhos médicos como o de raio x”. <b>A1A</b></p> <p>“Quando fazer a extração, precisa de cuidados, porque esses elementos são radiativos (radioativos) e prejudicam a saúde de quem extrai, causando contaminação”. <b>A13B</b></p> <p>“Para quem trabalha nas indústrias, ocorrem muitos problemas de saúde porque os trabalhadores inalam muitas partículas de névoa, vapores e gases tóxicos, que prejudicam o seu trabalho e o ambiente”. <b>A27C</b></p>	<b>17</b>
7. Utilidade	<p>Esses elementos são importantes para confeccionar aparelhos que todos nós usamos. <b>A29A</b></p> <p>“Os elementos TR servem para produção de celulares, lâmpadas, computadores, o fone de ouvido e até para gerar luz, por exemplo, isso é muito bom porque podemos nos conectar ao mundo”. <b>A11C</b></p>	<b>15</b>
8. Ética e política social	<p>“Os políticos são os responsáveis por pensarem na melhor forma para extração e implantação, não pensando apenas no lucro das empresas,</p>	<b>22</b>

	<p>mas em tudo o que envolve esta atividade, como as pessoas, os animais e as plantas que são prejudicadas! ” <b>A12B</b></p> <p>“É preciso maior fiscalização também das florestas e dos locais que apresentam minerais, porque se forem menos extraídos da terra conseqüentemente, haverá um impacto menor, as pessoas podem cobrar as autoridades para que isso realmente aconteça”. <b>A15C</b></p> <p>“É importante que todos saibam que o material dos eletroeletrônicos vem de minerais, porque podemos preservar mais para gerar menos impactos”. <b>A20A</b></p>	
--	---	--

Fonte: Autoria própria

Observa-se que a Categoria III, apresenta frequência de 86, sendo 32 ligadas à subcategoria 5. Geração de emprego, 17 à 6. Saúde, 15 à Utilidade e 22 à Ética e política social. Desde o início da Sequência Didática, os alunos vivenciaram situações que contribuíram para o entendimento de que cidadãos comuns são capazes de influenciar decisões de qualquer ordem, sejam políticas, econômicas ou sociais, como pode ser observado na categoria inicial “Ética e política social”, quando o aluno **A12B** discute a responsabilidade política frente à real necessidade da extração dos elementos terras raras ou o **A20A** compreende que a simples informação sobre como são confeccionados esses aparelhos, do que são compostos, poderia contribuir para a sua preservação. Para Santos e Mortimer (2002), é essencial discutir temas sociais, justamente por exercerem influência na participação democrática da sociedade, demonstrando que é possível expressar sua opinião.

Sobre a categoria IV - Questões ambientais (Quadro 20), a maior parte das frases dos alunos relaciona-se à exploração de minerais e aos impactos ambientais decorrentes desta atividade, assim como a responsabilidade social para amenizar tais impactos.

**Quadro 20:** Descritores da categoria Ambiente.

Categoria inicial	Descritores	Categoria intermediária
9. Responsabilidade Social	Destaca as atitudes/ ações de empresas, governo e cidadãos que respeitem o uso conscientes dos materiais para preservar o ambiente	<b>IV. Questões ambientais</b>

10. Degradação ambiental	Explora os impactos causados pela mineração no solo, fauna e flora	
--------------------------	--	--

**Fonte:** Autoria própria

Ao comparar os dados da Categoria IV com aos dados da atividade inicial, a evocação de palavras, notamos que no início da SD não houve associações do tema com questões ambientais, diferente desta etapa, em que os alunos trouxeram posicionamentos, defendendo a essencialidade de preservar o meio ambiente, pensando nas melhores estratégias para que isso efetivamente aconteça, como a diminuição do consumismo exacerbado e o encaminhamento de resíduos eletrônicos aos locais corretos de coleta, conforme os exemplos reportados no Quadro 21.

**Quadro 21:** Exemplos de frases agrupadas na categoria Ambiente.

Categoria IV. Questões ambientais		Frequência
9. Responsabilidade socioambiental	<p>“Os recursos do Brasil uma hora vão acabar por causa de tanta exploração, por isso todos necessitam de comprar menos celulares e não ir com a mídia que faz de tudo para agente (a gente) comprar celulares de última geração, mas ir por nós mesmos, que já conhecemos os impactos da extração para produção”. <b>A13B</b></p> <p>“Daí a importância de quando quebrar, levar os nossos aparelhos eletrônicos que temos em casa para pontos corretos de descarte desse lixo, só assim ajudaremos a diminuir os impactos na natureza”. <b>A31B</b></p> <p>“Quando falamos da indústria de minérios, como a vale, ela sabe muito bem como e o que extrair, se é necessário e com certeza poderia realizar estratégias de reciclagem desses elementos para não precisar extrair do solo brasileiro, já temos aparelhos eletrônicos demais!” <b>A30B</b></p>	55
10. Degradação ambiental	<p>“Os rios são poluídos pela extração dos minerais, por causa dos rejeitos que são liberados e o solo se contamina”. <b>A9A</b></p> <p>A extração impacta negativamente no meio ambiente, porque estraga várias coisas, o ar, com a poluição da extração, as florestas e a terra, quando desmatam e extraem os minerais, acho que não adianta falar que é positivo, parece que tem muito mais coisas negativas. <b>A14B</b></p>	73

	No Brasil acontece muita extração isso prejudica os animais que moram na região, porque eles são deslocados de seu habitat obrigatoriamente, quando uma indústria se instala ou quando mudam a paisagem. <b>A2C</b>	
--	---	--

**Fonte:** Autoria própria

As decisões de compra dos cidadãos podem contribuir para a preservação do meio ambiente, caso não fossem respaldadas apenas na eficiência dos produtos sob influência da mídia, conforme destacado pelo **A13B**, o qual destaca que não deveria consumir aparelhos eletrônicos de forma exagerada, mas identificar as questões envolvidas na produção de determinado produto. Santos e Mortimer (2002) destacam a importância da decisão das pessoas perante o consumo consciente:

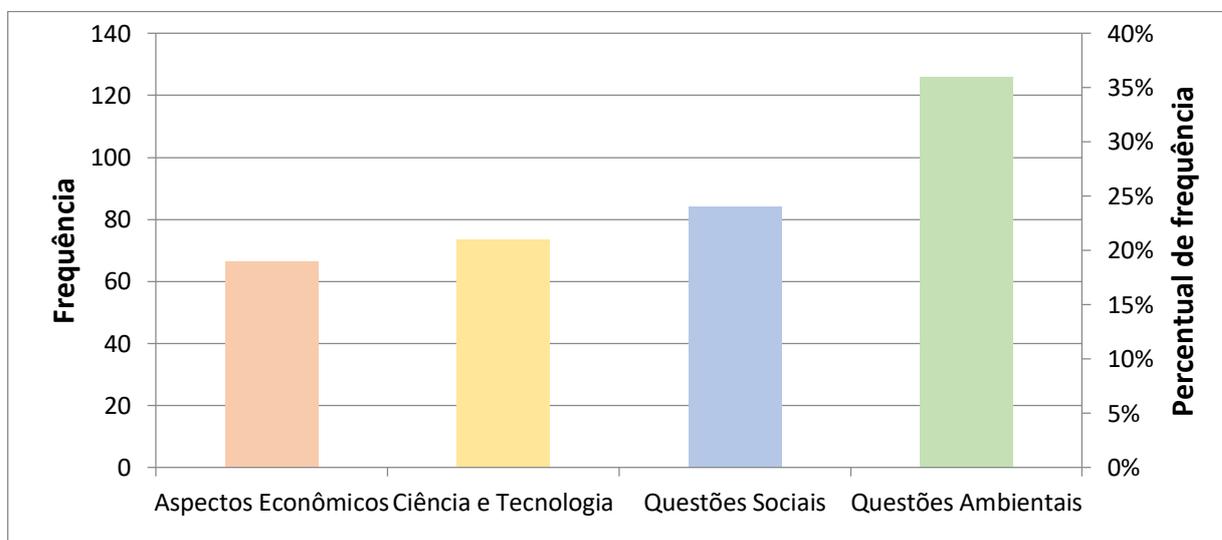
As pessoas, por exemplo, lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, o seu valor econômico, as questões éticas relacionadas a sua produção e comercialização. Por exemplo, poderia ser considerado pelo cidadão, na hora de consumir determinado produto, se, na sua produção, é usada mão de obra infantil ou se os trabalhadores são explorados de maneira desumana; se, em alguma fase, da produção ao descarte, o produto agride o ambiente; se ele é objeto de contrabando ou de outra contravenção, etc (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 114-115).

No caso desta última categoria, a frequência foi de 128, desmembradas em duas categorias: 9. Responsabilidade ambiental e 10. Degradação ambiental, sendo seus valores 55 e 73, respectivamente. A Figura 25 apresenta o quantitativo das frequências de cada categoria nas redações analisadas. A categoria Questões Ambientais é aquela que mais se destacou, totalizando 36% do total de frequências, pois os alunos entenderam os prejuízos da atividade mineradora e o que pode ser feito para amenizar os seus impactos em rios, solo, fauna e flora. Esta categoria demonstra que os alunos, além de identificarem os prejuízos advindos da extração mineral também conseguiram pontuar o que era possível fazer para transformar essa realidade, por isso é essencial trabalhar a EA concomitantemente às práticas reflexivas e à educação para cidadania, Loureiro (2014) salienta que;

A educação ambiental não se refere exclusivamente às relações vistas como naturais ou ecológicas como se as sociais fossem a negação direta destas, recaindo no dualismo, mas sim a todas as relações que nos situam no planeta e que se dão em sociedade – dimensão inerente à nossa condição como espécie. Assim, o educar “ambientalmente” se define pela unicidade dos processos que problematizam os atributos

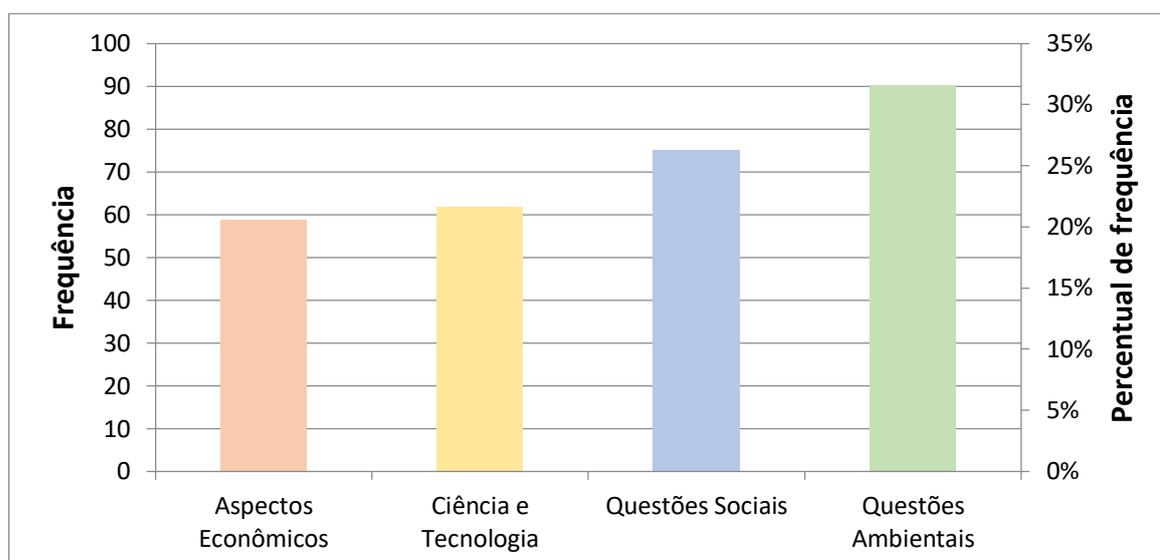
dos grupos sociais, com os que agem nas esferas política e econômica – quanto propicia caminhos sustentáveis e sinaliza para novos padrões societários (LOUREIRO, 2014, p. 79).

**Figura 25:** Quantidade de frases agrupadas em categorias



**Fonte:** Autoria própria

Ao analisar a frequência somente das categorias, não somando as subcategorias, temos um resultado que possibilita quantificar o percentual de redações que apresentaram cada uma dessas categorias (Figura 26) e assim verificar quais delas mais se destacaram. Com base nos dados representados, a categoria III. Questões sociais, totalizou 32% das redações e IV. Questões ambientais 26%, demonstrando o grau de destaque dentre as demais, provavelmente por terem sido os pontos abordados ao longo da SD que mais chamaram a atenção dos alunos por representarem contextos mais conhecidos pelas turmas, como assuntos ligados à sociedade ou às questões ambientais.

**Figura 26:** Quantidade de redações agrupadas em categorias

**Fonte:** Autoria própria

Tendo em vista essa categorização, foi notório que a atividade corroborou para que os alunos identificassem os diferentes aspectos relacionados à extração, produção e consumo ligados à atividade mineradora, de maneira a contribuir para o discernimento de diversas situações que possam surgir durante sua atuação futura como cidadão, contudo, contribuindo para formação de cidadãos que possam vir a discutir, opinar e até mesmo auxiliar na elaboração de estratégias para resolução de problemas em micro e macro escalas, ou seja, cidadãos que atuam de forma efetiva na tomada de decisão para resolução dos problemas da comunidade em que vivem.

### **Percepções sobre a SD: Alunos e Professora**

Ao término das atividades, um grupo de alunos participou de uma conversa, a qual foi baseada no questionário final (Apêndice F), a fim de conhecer as percepções sobre o desenvolvimento da SD com o tema “elementos Terras Raras”.

Inicialmente foi perguntado aos discentes se eles compreenderam assuntos químicos durante o desenvolvimento das atividades, as respostas foram gravadas e transcritas, sendo que utilizamos a sigla PP para Professora Pesquisadora, a seguir, apresentamos um turno da conversa:

A02A: Bom, eu acho que sim...

A11B: Eu também acho...

A05B: Eu também.

A20A: Acho que todo mundo aqui concorda com isso, até porque estamos na aula de química.

PP: Se todos vocês concordam, conseguem lembrar lá, desde o início das atividades o que teve a ver com Química?

A20A: Eu posso, eu acho que praticamente tudo, porque a gente aprendeu sobre os elementos químicos, como a localização na Tabela Periódica, tipo o grupo e a família.

A12A: Eu acho que o que foi mais legal, foi o experimento, pra mim parece que lá eu me senti mesmo numa aula de química, sabe, mesmo não indo em laboratório, mas a gente pegou nas coisas e fez o experimento e viu ao vivo que deu certo, foi bem legal!

A03C: É! Foi bem interessante estudar os elementos terras raras sabendo das propriedades que eles têm em cada material que a gente conhece, mas não sabe como são fabricados ou o que tem neles, vai, a produção mesmo.

O ensino de Química no Ensino médio não pode ser simplesmente baseado em conceitos, foi perceptível que para os alunos ainda permanece essa visão, de que aprender química é simplesmente saber conteúdos ou realizar contas, na verdade, essa disciplina precisa “assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade” (SANTOS; SCHNETZLER, 2014, p. 49).

A segunda questão buscou identificar as sugestões dos alunos o que eles mudariam nas atividades:

A03C: Ah, eu acho que nada.

A22A: Tá ótimo assim, pelo menos não precisamos ficar na aula de química de verdade, é muito difícil.

A13A: Mas era aula de química! (risos)

A22A: Eu sei, mas foi diferente, você me entendeu né professora, eu sei que a gente estava aprendendo química, mas desse jeito é da hora!

PP: Então, ninguém mudaria nada? O restante concorda? Fiquem à vontade...

A20A: Ah, professora, eu achei tudo bem feitinho, mas a única coisa que eu mudaria era diminuir o projeto, só escolher as partes mais legais mesmo.

A03A: A gente não aguenta mais ouvir elementos terras raras (risos)

A terceira e última questão era para avaliação do tema da SD:

PP: E o que vocês acharam desse tema? Elementos terras raras?

A12A: Achei muito interessante no começo, porque dá uma curiosidade do que são esses elementos terras raras.

A03C: É verdade, deu pra entender bastante coisa relacionada a um cotidiano conhecido, mas desconhecido.

PP: Explica melhor, como assim?

A03C: É tipo, a gente conhece o que a gente tem: o celular, um note, uma televisão, mas desconhece o que tem lá e como funciona, acho que esse tema ajudou nisso.

A01B: Amei esse tema! É que no começo eu achei que seria uma coisa diferente já por ter esse tema, mas agora eu consigo enxergar que não é só mineração de elementos terras raras, existem várias outras coisas envolvidas.

PP: Que tipo de coisas?

A01B: Ai professora, é.... tipo a economia e a política também, que podem controlar tudo isso.

A12B: Vou te ajudar vai A01B! Eu concordo, porque nós aprendemos que a extração e o uso desses elementos causam prejuízos e benefícios para a sociedade e que nós podemos fazer algumas coisas para amenizar tudo isso, como sermos menos consumistas de celulares, é só um exemplo.

A01B: Isso mesmo... e também pensar sobre a importância desses elementos pra sociedade.

A22A: O que eu mais gostei, foi que pareceu que todos participavam, dava mais prazer em fazer as lições, por causa da curiosidade.

Neste turno de falas, verifica-se a noção de como a temática se relaciona com aquilo que o aluno já conhece e sua importância para a sociedade, além de ter instigado a participação e curiosidade.

A Professora também respondeu a um questionário (Apêndice H) composto por 5 questões. De acordo com a docente, o ponto mais importante trazido pela SD foi a interdisciplinaridade e a contextualização. Santos e Mortimer (2000) discutem que a contextualização deve ser trabalhada dentro do enfoque CTS, porém na perspectiva da formação para a cidadania.

Sobre os conceitos químicos, ela considerou que os alunos compreenderam assuntos como: elementos químicos e tabela Periódica (família, período, número atômico, número de massa, elétrons, prótons, nêutrons); distribuição eletrônica; absorção e emissão de energia.

Quanto às considerações sobre mudanças na execução da SD, ela mudaria a quantidade de etapas, pois segundo ela “foi muito intensa”, para que desse tempo de finalizar o conteúdo programático cobrado pela Instituição. Outro ponto foi a grande quantidade de atividades em grupo, de acordo com ela,

P: “Acho que seria necessário repensar na quantidade de atividades em grupo, pois dessa forma não é possível identificar os alunos que trabalham realmente e os que não fazem nada! Mas eu concordo que

pela quantidade de alunos, os grupos foram ótimos, facilitaram minhas correções! ”.

Além disso, sobre a importância do tema, confessou que a princípio achou pouco interessante, por não conhecer a fundo a temática, porém a forma como as atividades foram exploradas, de acordo com a docente, despertaram o interesse dos alunos e de acordo com ela: “as aulas se tornaram produtivas e ricas em discussões relevantes”.

Sobre as dificuldades e as potencialidades enfrentadas por ela no decorrer da SD, respondeu que:

P: “Na verdade, não tive dificuldades, eles não sabiam nada sobre o tema, e conforme ele era explorado no decorrer das aulas, eles iam se interessando cada vez mais. As discussões ambientais foram os pontos fortes da SD. Considero que a cada etapa, também aprendia um pouco mais com eles sobre os elementos terras raras”.

Ao comparar os relatos dos estudantes e da professora, nota-se que ambos apontam a quantidade de etapas da SD como um dos obstáculos de sua realização. Esse relato indica que a quantidade de aulas/atividade deve ser considerada na modificação/adaptação desta SD por outros professores que tenham interesse em seu uso em sala de aula, como também no momento da elaboração de uma SD por professores/pesquisadores durante suas pesquisas.

## CAPÍTULO V

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da SD, durante as aulas de química, buscou-se aproximar os estudantes de aspectos científicos, tecnológicos e sociais ligados ao extrativismo mineral e aos impactos ambientais resultantes do descarte indevido de resíduos eletroeletrônicos, a fim de contribuir por meio da abordagem CTS para formação cidadã e a reflexão sobre o uso consciente de materiais eletroeletrônicos.

A revisão bibliográfica realizada neste trabalho com os temas Abordagem CTS e Teoria das Representações Sociais contribuiu para o embasamento desta pesquisa. A revisão sobre Abordagem CTS, utilizando-se como corpus de análise monografias de Mestrado Profissional do banco de Teses e Dissertações do Portal Capes (Plataforma Sucupira) no período de 2013 a 2019, possibilitou levantar os principais métodos de coleta e análise de dados usados pelos autores, assim como o público-alvo e as temáticas mais comuns das sequências de ensino aplicadas nessas pesquisas. Também foram identificados os referenciais teóricos mais citados, assim como as principais obras e autores, os quais nortearam o desenvolvimento deste trabalho. Na revisão bibliográfica sobre a teoria das representações sociais, a partir da análise de artigos em três revistas qualis A1 na área de Ensino, no período de 1999 a 2018, foram identificadas as principais temáticas abordadas e as diferentes metodologias de coleta e análise dos dados. Esta revisão contribuiu para metodologia de análise dos dados da evocação de palavras coletadas no início desta SD.

Os dados construídos durante a SD foram analisados à luz dos referenciais metodológicos da pesquisa qualitativa, por meio da descrição detalhada das diversas atividades realizadas.

Durante a SD, os alunos realizaram as atividades com bastante empenho e interesse; foi notória a participação dos discentes, sobretudo durante o levantamento de questões e a entrega de atividades de pesquisa, o que contribuiu para discussões de questões sobre sustentabilidade e preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, discutir valores éticos fundamentais para a vida em sociedade.

Utilizando-se a teoria das representações sociais foram analisadas as palavras evocadas no início da SD. As palavras foram organizadas em quadrantes centrais e periféricos, o que permitiu traçar um comparativo entre as evocações de

palavras iniciais com as categorias na etapa final da SD, tornando evidente a atribuição de valor ao termo “elementos terras raras”. Na finalização da SD, percebeu-se a mudança na concepção dos alunos, pois eles compreenderam que elementos terras raras são elementos químicos úteis para a confecção de diversos dispositivos usados no cotidiano, além do estabelecimento de relações com as questões ambientais, sociais e éticas, não deixando de lado o valor econômico e estratégico desses elementos.

A análise de conteúdo permitiu identificar as inter-relações CTS estabelecidas pelos discentes por meio da análise das redações produzidas pelos estudantes, culminado em 4 categorias de análise. Na primeira categoria “Aspectos econômicos”, os alunos consideraram aspectos referentes à economia brasileira e à importância da extração mineral para o crescimento do país. Na segunda “Ciência e Tecnologia”, contemplaram em suas redações os avanços científicos e tecnológicos decorrentes do uso dos elementos TR, sendo perceptíveis mudanças conceituais após a realização da SD. Na terceira “Contribuições Sociais”, os relatos foram sobre benefícios ou malefícios trazidos para a sociedade, como a geração de empregos, os impactos à saúde e a utilidade dos elementos TR para o cotidiano, também trouxe reflexões sobre o papel do indivíduo na sociedade, a partir dos valores necessários para a implementação de uma mineradora e o uso consciente dos produtos da mineração. A categoria 4, “Questões Ambientais”, relacionou-se à exploração de minerais e aos impactos ambientais decorrentes desta atividade, assim como a responsabilidade social para amenizar tais impactos.

Em relação aos principais desafios encontrados durante a realização da SD CTS, destacamos o reduzido tempo de aula da disciplina de química para realizar uma SD mais ampla, como também a infraestrutura precária da escola, por não ter espaços destinados a laboratórios de ciências e de informática para uso nas aulas de ciências. Também destacamos a quantidade elevada de alunos por sala e o trabalho despendido pelo professor com uma carga horária de aulas excessiva ao realizar uma SD com diversas atividades. Outro aspecto foi a obrigatoriedade de cumprir o cronograma proposto pela unidade escolar, o que dificulta o planejamento do professor quando decide incorporar temas e estratégias didáticas diversificadas. Porém, com o andamento das atividades durante a SD, ficou clara a importância e a possibilidade de abordar em aulas temas sociais e ambientais para que os alunos

compreendam os conceitos químicos envolvidos e para que tenham uma visão mais crítica da sua realidade.

A partir da análise dos dados construídos, consideramos que as inter-relações CTS promovidas pela SD contemplam os pressupostos da educação CTS e dentre as categorias CTS no Ensino de Ciências, aquelas propostas por Aikenhead (1994), avaliamos que a SD deste trabalho de mestrado atingiu a 6ª categoria: “Ciência associada ao conteúdo CTS: o conteúdo CTS é o foco do ensino, o conteúdo relevante de ciências enriquece o aprendizado CTS. Os estudantes são avaliados igualmente no conteúdo CTS e no conteúdo de ciências” (AIKENHEAD, 1994, p. 55).

A análise também permitiu identificar no nosso trabalho parâmetros e propósitos da abordagem CTS, propostos por Strieder e Kawamura (2011), relacionados ao tema da SD, os elementos Terras Raras, de maneira que os parâmetros CTS (racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social) e os propósitos educacionais (percepções, questionamentos e compromissos sociais), de certa forma e em diferentes níveis de profundidade, foram contemplados nas atividades desenvolvidas na SD. Concordamos com as referidas autoras e verificamos no trabalho que a polissemia do campo CTS na educação científica está sim relacionada aos espaços pedagógicos, a escola pública em que desenvolvemos a nossa pesquisa. Compreendemos que os espaços pedagógicos vão além das condições precárias do espaço físico da escola, abrangendo a compreensão/aceitação de professores, de coordenadores, da direção e de alunos em vivenciar um Ensino CTS que diverge muito do Ensino Clássico ao qual todos estão acostumados. Enfatizamos que para abordagem CTS tenha êxito, há necessidade de se afastar da zona de conforto.

Tendo em vista a relevância da abordagem CTS para o Ensino de Química, a sequência didática elaborada e aplicada, destacou a utilização dos elementos TR para o desenvolvimento de tecnologias essenciais e atualmente indispensáveis no contexto globalizado, fortalecendo a importância do conhecimento científico para leitura da realidade, além de demonstrar os impactos da extração mineral e o descarte inadequado de materiais contendo tais elementos, contribuindo para desmistificar a visão do aluno de que a Química é distante e não está presente no seu dia a dia.

Essa pesquisa demonstrou que no ensino de química é possível cumprir o seu objetivo de levar os alunos a refletirem sobre a aplicabilidade do conhecimento

científico para sociedade, demonstrando que os elementos terras raras, tema da SD, contribuem para a economia mundial e para o avanço tecnológico do país em um mundo cada vez mais competitivo e globalizado. A estratégia didática viabilizou discussões com os discentes sobre questões como a preservação ambiental, além das tomadas de decisões conscientes quanto ao descarte e utilização de materiais eletroeletrônicos, tudo com o intuito de informar e formar cidadãos que saibam utilizar o conhecimento para compreensão e busca de soluções para os diversos problemas da sociedade.

Consideramos que aulas contextualizadas, que abordam conceitos químicos vinculados à realidade do aluno, facilitam a compreensão das aplicações e implicações do conhecimento científico na sociedade, de modo a instigar capacidades de argumentação e organização de pensamentos (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). A contextualização foi um dos pontos fortes no desenvolvimento desta SD, pois durante as atividades os alunos puderam interligar o conhecimento científico com situações pertinentes à sua realidade cotidiana, o que colaborou para o entendimento e a mudança de valores. Outro aspecto interessante foi a interação aluno-professor durante as aulas, pois as atividades instigaram um ambiente mais interativo, como um todo, havendo respeito de opiniões e troca de informações entre os alunos, alunos/professora e professora/alunos.

Vale destacar que esta pesquisa busca contribuir com o rompimento da visão simplista do processo de ensino e aprendizagem, de modo que o professor possa refletir sobre sua prática e, na medida do possível, possa incluir em suas aulas sequencias de ensino com abordagem CTS em prol da educação científica e tecnológica dos discentes (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Com o desenvolvimento desta intervenção didática, espera-se que as estratégias de ensino utilizadas pelo professor em sala de aula possam ser repensadas e aprimoradas, de modo que as atitudes em classe reflitam sobre a ação, o processo e seus resultados, destacando que ensinar não é simplesmente abrir as gavetas mentais e transmitir aos alunos aquilo que sabemos, mas sim compartilhar saberes a fim de informar e formar para a cidadania.

Portanto, em relação à questão da pesquisa: “Quais as contribuições de uma SD desenvolvida em uma abordagem CTS para compreensão dos alunos sobre aplicações e implicações de conhecimentos químicos relacionados ao tema

elementos TR?”, consideramos que as atividades da SD contribuíram significativamente para o entendimento de conceitos químicos, tais como elementos químicos, distribuição eletrônica, processos químicos, excitação eletrônica e nomenclatura química. Adicionalmente, corroboraram fortemente para o debate em sala de aula sobre a química não ser uma ciência isolada, já que está presente em nosso dia a dia e expõe a sua essencialidade frente à resolução de problemas.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABRIC, J. C. La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In: ABRIC, Jean-Claude (Org.). **Méthodes d'études des représentations sociales**. Érès: Ramonville Saint-Agne, 2003.
- ABRIC, J.C. **Prácticas sociales y representaciones**. México: Coyoacán, 2001.
- AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching? In: **STS Education – International Perspectives on Reform**. New York: Teachers College Press, 1994.
- ARCHELA, E. Identificando minerais através de suas propriedades macroscópicas. **Geografia – Londrina**. v. 13, n. 1 – jan./jun. 2004. Disponível em: <<http://www.geo.uel.br/revista>. >. Acesso em: 6 de set. 2018.
- AULER, D; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto Brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- BARCELLOS, P. A. O.; AZEVEDO Jr, S. M.; DE MUSIS, C. R.; BASTOS, H. F. B. N. As representações sociais dos professores e alunos da Escola Municipal Karla Patrícia, Recife, Pernambuco, sobre o manguezal. **Ciênc. educ. (Bauru) [online]**. v.11, n.2, p.213-222, 2005.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BAZZO, W. A.; VALDES, C.; OSORIO, C.; GORDILLO, M. M.; PEREIRA, L.T. V.; LUJAN, J. L.; CERESO, J. A. L.; GONZALES, J. C. L.; LINSINGEN, I.; GARCIA, E. M. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Cadernos de Ibero- América, 2003.
- BELTRAN, N. O.; CISCATO, C. A. M. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991.
- BENITE, C. A. M., BENITE, C. R. O laboratório didático no ensino de química: uma experiencia no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana De Educación**, v. 48, n. 2, 2009. <https://doi.org/10.35362/rie4822239>
- BOUZON, J. D.; BRANDÃO, J. B., SANTOS, T. C.; CHRISPINO, A. O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos. **Quím. nova esc.** – São Paulo-SP, BR. O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro v. XX, n YY, p. xxx, MÊS 2018.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**: Lei nº 9.394/96 – 24 de dez. 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 7. ed. Brasília, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação Conselho Nacional de Educação conselho pleno resolução CNE/CP n. 2, de 22 de dezembro de 2017. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category\\_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 09 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Orientações Curriculares para o ensino médio**: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. v. 2. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC 2ª versão**. Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais**: ensino médio. Disponível

em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. 2000. Acesso em: 06 de junho 2018.

CABRAL, W. F. **Os lantanídeos e o ensino médio**: uma proposta. 2014 (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto de Química da Universidade de Brasília. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/8081/1/2014\\_WanessaFelixCabral.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/8081/1/2014_WanessaFelixCabral.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2019.

CANTO, E. L. **Minerais, minérios e metais de onde vêm? Para onde vão?** 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2010. 143 p.

CARBONE, R. A.; MENIN, M. S. S. Injustiça na escola: representações sociais de alunos do ensino fundamental e médio. **Educação e Pesquisa**. São Paulo. v.30, n.2, p. 251-270, maio/ago. 2004.

CARLOMAGNO, M. C.; ROCHA, L. C. Como criar e classificar categorias para fazer Análise de Conteúdo: uma questão metodológica. **Revista Eletrônica de Ciência Política**, v. 7, n. 1, 2016.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Rev. Bras. Educ.** Rio de Janeiro. n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-24782003000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782003000100009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 14 abr. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>.

DAGNINO, R. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**. v.1. n.2. p. 3-36. 2008.

DINIZ, M. C. P.; BRAGA, R. B.; SCHALL, V. T. As representações sociais da esquistossomose de escolares de área endêmica de Minas Gerais. **Revista Ensaio: Belo Horizonte**. v. 5, n. 2, out. 2003.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: História, Teoria e Pesquisa. Campinas: Editora Papyrus, 11. ed., 2003.

FILHO, P. C. S.; SERRA, O. A. Terras Raras no Brasil: histórico, produção e perspectivas. **Quim. Nova**, v. 37, n. 4, p. 753-760, 2014.

FONSECA, M. J. Sobre o conceito de ciência. **Revista Millenium**, n. 6, março, 1997.

FREIRE, P. Conscientização: teoria e prática da libertação – uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 4. ed. São Paulo: Moraes, 1980. p. 102.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. **Ciencia, Tecnología Y Sociedad**. Una Introducción al estudio Social de la Ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.

GAZZINELLI, M. F.; PENNA, C. Educação em saúde: conhecimentos, representações sociais e experiência da doença. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro. v. 21, n. 1, p. 200-206, fevereiro. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2005000100022&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2005000100022&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 dez. 2019. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000100022>.

- GIL, A. C. **Método e Técnicas de Pesquisa Social**. 5.ed, São Paulo: Ed. Atlas S.A., 1999.
- HURD, P.D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**. v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.
- JODELET, D. Representações sociais: um domínio em expansão. In: JODELET, D. (Org.). **Representações sociais**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2001. p. 17-44.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo, EPU/Edusp, 1987.
- LAPIDO-LOUREIRO, F. E. **O Brasil e a reglobalização da indústria das terras raras**. CETEM / MCTI. Rio de Janeiro, 2013. p. 216. Disponível em: <cetem.gov.br>. Acesso em: 20 agosto 2018.
- LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, Ivani (org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 1998. Disponível em: <<https://educfacil.files.wordpress.com/2012/11/ivani-fazenda-didc3a1tica-e-interdisciplinaridade.pdf>>. Acesso em: 15 de mar. de 2019.
- LIBÂNEO, J. C.. **Pedagogia e Pedagogos, para quê?** 12.ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental transformadora. In: LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 65-84.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- LUZ A. B.; LINS F. A. F. **Rochas e minerais industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 2. ed., v. 1, 2008.
- MAROQUIO, V. S.; PAIVA, M. A. V.; FONSECA, C. O. Sequências didáticas como recurso pedagógico na formação continuada de professores. X Encontro Capixaba de Educação Matemática. Vitória – ES, Ifes & Ufes, 23 a 25 de julho de 2015.
- MARTÍNEZ, LFP. **Questões sociocientíficas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores** [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2012, 360 p. ISBN 978-85-3930-354-0.
- MARTINS, C.; LIMA, P. C. R.; TEIXEIRA, L. S.; TEIXEIRA, M. P.; FILHO, A. P. Q. **Minerais estratégicos e terras-raras**. Brasília: Câmara dos Deputados, edições câmara, 2014.
- MARTINS, I. P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, p. 28-39, 2002.
- MATIAS, V. R. S. As relações entre Geografia, mediação pedagógica e desenvolvimento cognitivo: contribuições para a prática de ensino em Geografia. **Caminhos de Geografia**. v. 24, p. 250 – 264, 2006.
- MAZZOTTI, A. J. A. Representações sociais: Aspectos teóricos e Aplicações à educação. **Revista Múltiplas Leituras**. v.1, n. 1, p. 18-43, jan. / jun, 2008.

MELO, T. B.; PONTES, F. C. D. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, M. A. F. B.; CHRISPINO, A. Os Temas de Pesquisa que Orbitam o Enfoque CTS: Uma Análise de Rede sobre a Produção Acadêmica Brasileira em Ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.16, n.3, p. 587-606, 2016.

MENDES, C. M.; TREDEZINI, C. A. O.; BORGES, F. T. M.; FAGUNDES, M. B. B.. Introdução à economia. 3. ed. rev. amp. – **Florianópolis**: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília] : CAPES : UAB, 2015. p. 182.

MIRANDA JUNIOR, P.. **Síntese, caracterização e estudo termoanalítico de picratos de lantanídeos hidratados, dos ligantes 1,3-ditiano-1-óxido (DTSO), cis-1,3-ditiano-1,3-dióxido (cis-DTSO2) e trans-1,3-ditiano-1,3-dióxido (trans-DTSO2) e de seus compostos de adição**. 2000. Tese (Doutorado em Química Inorgânica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. doi:10.11606/T.46.2019.tde-07062019-093709. Acesso em: 17 mar. 2020.

MÖLLER, R. C.. A representação social do fenômeno participativo em organizações públicas do Rio de Janeiro. In: **Política e Administração**. Rio de Janeiro: Fundação Escola do Serviço Público, v. 3, n. 1, p. 43-51, dez. 1996.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999

MORTIMER, E.; MACHADO, A.; ROMANELLI, L. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Propostas. **Química Nova**, Belo Horizonte, v. 23, n. 2, p.273-283, maio 1999.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 5. Ed. Trad. P.A. Guareschi. Petrópolis: Editora Vozes, 2007

OLIVEIRA, D. Análise de conteúdo temático-categorial: uma proposta de sistematização. **Rev. enferm. UERJ**, Rio de Janeiro, out/dez; v. 16, n. 4:569-76, 2008.

PACEY, A. **La cultura de la tecnologia**. México: Fondo de cultura económica, 1990.

PAULA, R. M.; REZENDE D. B. Representações Sociais de estudantes do último ciclo do ensino fundamental II sobre Orgânico. **Anais Enpeq**, Florianópolis, nov. 2009.

PECORA, A. R; SA, C. P. Memórias e representações sociais da cidade de Cuiabá, ao longo de três gerações. **Psicol. Reflex. Crit.**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 319-325, 2008.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. **Currents in STSE education: mapping a complex field, 40 years on**. Science Education, 95: 601-626, 2011.

PEREIRA, C. S. **Representação Social de licenciando em Química sobre o seu objeto de estudo: a Química**. 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) Programa de pós-graduação interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/811132/tde-07102016-144931/publico/Camila\\_Strictar\\_Pereira.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/811132/tde-07102016-144931/publico/Camila_Strictar_Pereira.pdf)>. Acesso em: jan. 2020.

PEREZ, C. L. V. O prazer de descobrir e conhecer. IN: GARCIA, Regina Leite (org.). **Alfabetização dos alunos das classes populares, ainda um desafio**. São Paulo: Cortez, 1992.

PIMENTA, S. G., GHEDIN, E. (orgs). **Professor reflexivo no Brasil – gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2002

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Waste crime: waste risks gaps in meeting the global waste challenge**. 2015. Executive Summary. UNEP. Disponível em: <<https://www.grida.no/publications/166>>. Acesso em: 19 agosto 2018.

ROBLE, O. **Escola e Sociedade**. Curitiba: IESDE Brasil S.A. 2008. p. 96.

ROCIO, M. A. R.; SILVA, M. M.; CARVALHO, P, S, L.; CARDOSO, J. G. R. **Terras-raras: situação atual e perspectivas**. Biblioteca digital BNDES Setorial 35, p. 369 – 420. 2012. Disponível em: < [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1527/1/A%20set.35\\_Terras-raras%20situa%C3%A7%C3%A3o%20atual%20e%20perspectivas\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1527/1/A%20set.35_Terras-raras%20situa%C3%A7%C3%A3o%20atual%20e%20perspectivas_P.pdf)>. Acesso em: 22 de janeiro de 2020.

ROTHERBERG, D; QUINATO, G. C. A. Alfabetização científica em nível médio e a preparação dos cidadãos para o processo de tomada de decisões. **Revista Triângulo**, v. 4, n. 1, p. 1-12, jul./dez. 2011.

SÁ, C. P. **A construção do objeto de pesquisa em Representações Sociais**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1996.

SANT'ANNA, H. C. openEvoc: um programa de apoio à pesquisa em Representações Sociais. **Psicologia Social: Desafios contemporâneos. VII Encontro Regional da ABRAPSO- Regional Espírito Santo**, 2012.

SANTANA, V. R.; SANTOS, W. L. Visão Socioambiental No Ensino De Ciências Naturais No Ensino Fundamental. **VII Enpec**. Florianópolis, 8 nov. 2009. ISSN: 21766940.

SANTOS, W. L. P. Currículo do sistema currículo Lattes. [Brasília], 17 ago. 2016. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/6094379265028380>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**. v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí, Editora da Unijuí, 2014. 159 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta Curricular para o ensino de química – 2º grau**. São Paulo: SE/CENP, 1988. p. 38.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio: Belo Horizonte**. v.17 n.especial, p. 49-67, nov. 2015.

SÊGA, R. A. **O Conceito de Representação Social nas Obras de Denise Jodelet e Serge Moscovici**. Anos 90, Porto Alegre, n. 13, julho. 2000.

SENADO. Terras-Raras: estratégia para o futuro. **Revista de audiências públicas do Senado Federal**. Ano 4, n. 17, setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/terras-raras/realidade-brasileira/apesar-de-ter-grandes-reservas-o-brasil-nao-lavra-nem-produz-compostos-de-terras-raras-segundo-estudo-do-centro-de-gestao-e-estudos-energeticos-cgee.aspx>>. Acesso em: 02 dez. de 2017.

SERRA, O. A.; LIMA, J. F.; FILHO, P. C. S. A luz e as Terras Raras. **Revista virtual de Química**. v. 7, n. 1. 2015. DOI: 10.5935/1984-6835.20150012

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de Conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualit@s Revista Eletrônica** ISSN 1677 4280 v.17. n. 1.2015.

SILVA, J. A. P. A teoria das representações sociais na pesquisa interdisciplinar. **Revista de Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 44, n. 2, p. 537-541, outubro de 2010.

SILVA, T. E. M. **Desenvolvimento e análise de material didático on-line para o ensino de conteúdos de química orgânica: controle biorracional de insetos pragas**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio 2017. ISSN 1982-5153. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p27/34216>>. Acesso em: 10 mar. 2020. doi:<https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. ENEQ, 14, 2008, Curitiba. **Anais ENEQ**. Curitiba: SBQ; UFPR, 2008.

TAKEHARA, L. Avaliação do potencial de Terras Raras no Brasil. In: **Informe de Recursos Minerais, Série Minerais Estratégicos**. Brasília, CPRM, n. 2, 218 p. ISBN: 9788574992785.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 14. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2005.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma Revisão. **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia** – 2009. ISBN: 978-85-7014-048-7

VERGARA, S. C.; FERREIRA, V. C. P. A representação social de ONGs segundo formadores de opinião do município do Rio de Janeiro Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**. v. 39, n. 5, p.1137-59, Set./Out. 2005.

VERGÈS, P. L'évocation de l'argent: une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. **Bulletin de Psychologie**, v. 45, n. 405, p.203-209, 1992.

VERGÈS, P. **Programas informáticos para análise de semelhanças e evocações**. Aix-en-Provence: LAMES-CNRS, 1998.

VIEIRA, F. S.; MATIAS, A. B.; ZUCON, M. H.; CARRIÇO, J. M. M. Avaliação do ensino de educação ambiental a partir da percepção dos professores do município de Aracaju, Sergipe. **Scientia Plena**. v.5, n. 8, p. 1-6, 2009. Disponível em: < <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/641>>. Acesso em: 12 mar. de 2019.

ZABALA, A. **A Prática Educativa**: Como educar. Porto Alegre, 1998.

ZANON, D. A. V. e FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**. Rio de Janeiro, ano 04, v. 10, p. 93-103. mar., 2007.

ZIMAN, J. **Teaching and learning about science and society**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

ZOLLER, U. Decision-making in future science and technology curricula. **European Journal of Science Education**, v. 4, n. 1, p.11-17, 1982.

ZOLLER, U.; WATSON, F. G. Technology education for nonscience students in the secondary school. **Science Education**, New York, v. 58, n. 1, p. 105-116, 1974.

## APÊNDICES

## Apêndice A - Termo de Autorização Institucional



Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Comitê de Ética em Pesquisa



### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICO-CIENTÍFICA

São Paulo, 14 de agosto de 2018.

Ilustríssima Senhora Diretora,

Eu, Greice Cristina Santos de Faria, graduada em Química e Mestranda, responsável pelo desenvolvimento e análise do projeto, venho pelo presente, solicitar vossa autorização para realizar nas turmas da 1ª série do Ensino Médio da escola \_\_\_\_\_, São Paulo (SP), a pesquisa intitulada “Elementos de Terras Raras no ensino de química sob a perspectiva CTS”, orientada pelo Professor Dr. Pedro Miranda Júnior.

Este projeto de pesquisa, atendendo o disposto na Resolução CNS 196 de 10 de Outubro de 1996, visa a verificar se o ensino de química com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) contribui para a compreensão dos alunos sobre as aplicações e implicações dos conhecimentos químicos através da temática “Elementos de Terras Raras (TR)”. A pesquisa será organizada em quatro fases:

FASE I: planejada para agosto/ setembro/novembro de 2018, consiste na revisão bibliográfica.

FASE II - planejada para o mês de janeiro a março de 2019, consiste no desenvolvimento da sequência didática. A SD compreende 3 momentos: o primeiro momento será a aplicação da evocação de palavras para investigação das concepções prévias dos alunos sobre o tema ; o segundo momento consiste na aplicação das atividades da SD; o terceiro momento compreende na aplicação de questionários e realização de entrevistas com a professora e alunos das turmas. A aplicação compreenderá 14 aulas, sendo 2 aulas semanais de 50 minutos, juntamente com a realização da coleta de dados da pesquisa, por meio de questionários, observação, gravação das aulas e das atividades realizadas pelos alunos. A

elaboração da sequência didática com abordagem CTS contempla a proposta dos PCNEM's, pois aproxima o aluno dos conceitos químicos através daquilo que ele vê, ouve e observa, associando com implicações sociais, ambientais, econômicas, políticas, éticas e culturais, possibilitando a formação de críticos que vivem em sociedade e modificam o ambiente através da tecnologia (SANTOS; MALDANER, 2010). Esta sequência didática será composta por apresentação de pesquisas científicas a respeito da problemática "elementos terras raras: exploração mineral no território brasileiro", exibição de vídeos, leitura e discussão sobre notícias de jornais e revistas sobre a problemática, busca pelos alunos por textos midiáticos e imagens para apresentação em sala, debate para instigar a argumentação embasada sobre o tema, pesquisas em livros didáticos e internet mediadas pelo professor, apresentação de seminários em grupos, elaboração de redação final. A coleta de dados será concomitante ao desenvolvimento da sequência didática, através das gravações de todas as aulas e recolhimento das atividades produzidas pelos alunos.

FASE III - com previsão para o primeiro semestre de 2019 será feito o tratamento dos dados e a discussão dos resultados sob a luz da pesquisa qualitativa em educação.

FASE IV- Elaboração da dissertação durante o ano de 2019.

A sequência didática aplicada não apresenta riscos para os estudantes participantes da pesquisa. Os pais ou responsáveis que autorizarem os alunos a participarem da pesquisa, terão de assinar o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, podendo estes, se retirarem da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer dano ou prejuízo. Os estudantes não serão identificados em qualquer etapa da pesquisa. As imagens e o áudio não serão divulgados, exceto sob autorização prévia, por escrito dos responsáveis. Os dados ficarão sob os cuidados da pesquisadora durante 5 anos, após esse período, serão descartados com segurança.

Espera-se com esta pesquisa que os alunos se apropriem de novos conceitos químicos e incorporem diferentes dimensões e valores relacionados com aspectos sociais, econômicos, políticos e tecnológicos, através de uma abordagem contextualizada, interdisciplinar, atrativa e participativa. Espera-se, com o aceite desta escola em participar da pesquisa, contribuirmos, ainda que de forma discreta, com a

transformação do ensino de química, com a formação do professor, com a melhora da qualidade de ensino fornecido a estes alunos, e por fim, com a formação de cidadãos auxiliando na construção do pensamento crítico para a tomada de decisões e soluções de problemas tanto pessoais, quanto da sociedade em que estão inseridos.

Qualquer informação adicional poderá ser obtida através do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – campus São Paulo, e pelos pesquisadores Greice Cristina Santos de Faria (e-mail/telefone), Dr. Pedro Miranda Júnior, (e-mail). A qualquer momento vossa senhoria poderá solicitar esclarecimento sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa que está sendo realizado e, sem qualquer tipo de cobrança, poderá retirar sua autorização. Os pesquisadores aptos a esclarecer estes pontos e, em caso de necessidade, dar indicações para solucionar ou contornar qualquer mal estar que possa surgir em decorrência da pesquisa.

Os dados obtidos nesta pesquisa serão utilizados na publicação de artigos científicos e que, assumimos a total responsabilidade de não publicar qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes de vossa instituição como nome, endereço e outras informações pessoais não serão em hipótese alguma publicados. Na eventualidade da participação nesta pesquisa, causar qualquer tipo de dano aos participantes, nós pesquisadores nos comprometemos em reparar este dano, e ou ainda prover meios para a reparação. A participação será voluntária, não fornecemos por ela qualquer tipo de pagamento.

## Apêndice B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Comitê de Ética em Pesquisa



### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: **Elementos de terras raras no ensino de química sob a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)**, ou seja, no período de agosto a novembro de 2018 as aulas de química serão realizadas numa proposta diferenciada: a professora utilizará o tema elementos de terras raras para o ensino de química articulado no âmbito da CTS. Com a finalidade de verificar se essa abordagem contribui para o processo de aprendizagem dos alunos, as aulas serão filmadas e analisadas posteriormente, bem como as atividades realizadas pelos alunos. A participação nesta pesquisa consistirá em responder a um questionário no início e outro no final da sequência didática; participar e realizar as atividades solicitadas pela professora durante as aulas de química normalmente; ter a imagem e áudio gravados para a coleta de dados e posterior análise.

A pesquisa não oferece nenhum tipo de risco e todas as atividades e informações coletadas, bem como as falas dos alunos, não serão identificadas com os seus respectivos nomes. A participação não é obrigatória; caso não deseje participar, suas atividades e condutas não serão utilizadas como dados da pesquisa, apenas serão avaliadas para compor a nota da disciplina de química, como de costume, e você terá a sua imagem preservada sentando-se na fileira em que não será focada pela câmera. A qualquer momento você poderá desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo no decorrer das aulas e de suas avaliações, nem em sua relação com a professora ou com a escola. As autorizações, os questionários, as atividades realizadas e as filmagens, ficarão em posse da professora que é também a pesquisadora. Você receberá uma via deste termo com o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP (Comitê de Ética e Pesquisa), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Sua participação nesta pesquisa contribuirá, ainda que singelamente, com a transformação do ensino de química, com a formação do professor e com a formação do cidadão com pensamento crítico para a tomada de decisões.

\_\_\_\_\_  
Dr. Pedro Miranda Júnior- Profº Orientador  
E-mail:  
Telefone:

\_\_\_\_\_  
Profª Greice Cristina Barbosa Santos- Mestranda  
E-mail:  
Telefone:

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**  
Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP  
Telefone: (11) 3775-4569  
E-mail: cep\_ifsp@ifsp.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

\_\_\_\_\_  
Nome completo Pai ou responsável pelo aluno  
RG:

\_\_\_\_\_  
Nome completo do aluno  
RA:

## Apêndice C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Comitê de Ética em Pesquisa



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro Responsável/Representante Legal:

Gostaríamos de obter o seu consentimento para o menor

\_\_\_\_\_,  
participar como voluntário da pesquisa intitulada “Elementos de Terras Raras no ensino de química sob a perspectiva CTS”, que se refere a um projeto de pesquisa, que visa a verificar se o ensino de química com enfoque CiênciaTecnologia-Sociedade (CTS) contribui para a compreensão dos alunos sobre as aplicações e implicações dos conhecimentos químicos através da temática “Elementos de Terras Raras (TR)”.

A pesquisa será organizada em quatro fases:

FASE I: planejada para agosto/ setembro/novembro de 2018, consiste na revisão bibliográfica.

FASE II - planejada para o mês de janeiro a março de 2019, consiste no desenvolvimento da sequência didática (SD). A SD compreende 3 momentos: o primeiro momento será a aplicação da evocação de palavras para investigação das concepções prévias dos alunos sobre o tema ; o segundo momento consiste na aplicação das atividades da SD; o terceiro momento compreende na aplicação de questionários e realização de entrevistas com a professora e alunos das turmas. A aplicação compreenderá 14 aulas, sendo 2 aulas semanais de 50 minutos, juntamente com a realização da coleta de dados da pesquisa, por meio de questionários, observação, gravação das aulas e das atividades realizadas pelos alunos. A elaboração da sequência didática com abordagem CTS contempla a proposta dos PCNEM’s (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio), pois aproxima o aluno dos conceitos químicos através daquilo que ele vê, ouve e observa, associando com implicações sociais, ambientais, econômicas, políticas, éticas e culturais, possibilitando a formação de críticos que vivem em sociedade e modificam o ambiente através da tecnologia (SANTOS; MALDANER, 2010). Esta sequência didática será composta por apresentação de pesquisas científicas a respeito da problemática “elementos terras raras: exploração mineral no território brasileiro”, exibição de vídeos, leitura e discussão sobre notícias de jornais e revistas sobre a problemática, busca pelos alunos por textos midiáticos e imagens para apresentação em sala, debate para instigar a argumentação embasada sobre o tema, pesquisas em livros didáticos e internet mediadas pelo professor, apresentação de seminários em grupos, elaboração

de redação final. A coleta de dados será concomitante ao desenvolvimento da sequência didática, através das gravações de todas as aulas e recolhimento das atividades produzidas pelos alunos.

FASE III - com previsão para o primeiro semestre de 2019 será feito o tratamento dos dados e a discussão dos resultados sob a luz da pesquisa qualitativa em educação. FASE IV- Elaboração da dissertação durante o ano de 2019. A participação nesta pesquisa consistirá em responder a um questionário no início e outro no final da sequência didática; participar e realizar as atividades solicitadas pela professora durante as aulas de química normalmente; ter a imagem e áudio gravados para a coleta de dados e posterior análise. A sequência didática aplicada não apresenta riscos para os estudantes participantes da pesquisa.

Os pais ou responsáveis que autorizarem os alunos a participarem da pesquisa, terão que assinar o Termo de Consentimento e Assentimento Livre e Esclarecido, podendo estes, se retirarem da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer dano ou prejuízo. Caso não autorize a participação do referido (a) aluno (a), suas atividades e condutas não serão utilizadas como dados da pesquisa, apenas serão avaliadas para compor a nota da disciplina de química, como de costume e a sua imagem será preservada sentando-se na fileira em que não será focada pela câmera. Caso autorize, o (a) estudante não será identificado (a) em qualquer etapa da pesquisa. As imagens e o áudio não serão divulgados, exceto sob autorização prévia, por escrito dos responsáveis. Os dados da pesquisa ficarão em posse da pesquisadora durante cinco anos, após este período, serão descartados com segurança.

Espera-se com esta pesquisa que os alunos se apropriem de novos conceitos químicos e incorporem diferentes dimensões e valores relacionados com aspectos sociais, econômicos, políticos e tecnológicos, através de uma abordagem contextualizada, interdisciplinar, atrativa e participativa. Esperamos com o aceite, contribuir, ainda que de forma discreta, com a transformação do ensino de química, com a formação do professor, com a melhora da qualidade de ensino fornecido a estes alunos, e por fim, com a formação de cidadãos auxiliando na construção do pensamento crítico para a tomada de decisões e soluções de problemas tanto pessoais, quanto da sociedade em que estão inseridos.

Qualquer informação adicional poderá ser obtida através do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – campus São Paulo, e pelos pesquisadores Greice Cristina Santos de Faria (greice.crystyna@hotmail.com), Dr. Pedro Miranda Júnior, (pedro.mjr@ifsp.edu.br). A qualquer momento você poderá solicitar esclarecimento sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa que está sendo realizado e, sem qualquer tipo de cobrança, poderá retirar sua autorização. Os pesquisadores aptos a esclarecer estes pontos e, em caso de necessidade, dar indicações para solucionar ou contornar qualquer mal estar que possa surgir em decorrência da pesquisa. Os dados obtidos nesta pesquisa serão utilizados na publicação de artigos científicos e que, assumimos a total responsabilidade de não publicar qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes. Na eventualidade da participação nesta pesquisa, causar qualquer tipo de dano aos participantes, nós pesquisadores nos

comprometemos em reparar este dano, e ou ainda prover meios para a reparação. A participação será voluntária, não fornecemos por ela qualquer tipo de pagamento.

Ressantamos que o nome do aluno não será utilizado em qualquer fase da pesquisa o que garante o anonimato e a divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os voluntários.

Gostaríamos de deixar claro que a participação é voluntária e que poderá deixar de participar ou retirar o consentimento, ou ainda descontinuar a participação se assim o preferir, sem penalização alguma ou sem prejuízo de qualquer natureza.

Desde já, agradecemos a atenção e a participação e colocamo-nos à disposição para maiores informações.

Esse termo terá suas páginas rubricadas pelo pesquisador principal e será assinado em duas vias, das quais uma ficará com o participante e a outra com a pesquisadora principal.

<p style="text-align: center;"><b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA</b>  <b>Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP</b>  <b>Telefone: (11) 3775-4569</b>  <b>E-mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br</b></p>
---

Eu, \_\_\_\_\_, portador do RG nº: \_\_\_\_\_, confirmo que a Pesquisadora Greice Cristina Santos de Faria, explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como, a forma de participação. As alternativas para participação do aluno (a) \_\_\_\_\_ também foram discutidas. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em dar meu consentimento para o menor participar como voluntário desta pesquisa.

Local e data: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
 (Assinatura do responsável ou representante legal)

Eu, Greice Cristina Santos de Faria, obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do responsável ou representante legal para a participação do aluno na pesquisa.

\_\_\_\_\_  
 Pesquisadora: Greice Cristina Santos de Faria

\_\_\_\_\_  
 Profº orientador: Dr. Pedro Miranda Júnior

## Apêndice D – Evocação de palavras



Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Comitê de Ética em Pesquisa



### Projeto Educacional- Questionário inicial

1. Escreva 5 palavras ou termos que te fazem lembrar mineração.
2. Classifique as palavras em ordem de importância, sendo que a 1ª palavra é a mais importante e a 5ª a menos importante.
3. Explique por que você escolheu cada uma dessas palavras.

## Apêndice E- Atividade prática



Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Comitê de Ética em Pesquisa



Projeto Educacional- Atividade prática

Nomes \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ 1ª \_\_\_\_\_

### Fluorescência e Fosforescência

Alguns materiais, quando absorvem radiação ultravioleta ou outras formas de radiação ultravioleta ou outras formas de radiação, emitem de volta luz visível.

Esse fenômeno é chamado de luminescência. Quando a emissão ocorre imediatamente após a incidência da radiação ultravioleta, o fenômeno é chamado de fluorescência; se, por outro lado, a emissão demorar alguns segundos ou até mesmo algumas horas, chamamos de fosforescência. Os interruptores de luz que brilham no escuro baseiam-se na fosforescência.

#### Materiais

- 1 caneta azul permanente
- fita adesiva
- celular
- 1 caneta marca texto amarela
- 100 mL de água
- 1 caixa de sapato

#### Procedimentos

- Coloque um pedaço de fita adesiva sobre a luz da lanterna do celular e pinte com a caneta azul permanente, repita esse processo por 5 vezes.
- Retire a carga da caneta marca texto amarela e dissolva na água, reserve.
- Coloque a água tônica em um recipiente, reserve.
- Agora, utilizando a caixa de sapato, faça um furo na tampa (para encaixar a lanterna do celular) e outro furo na lateral, para visualizar o líquido que será iluminado dentro da caixa.

## Apêndice F - Entrevista final alunos



Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Comitê de Ética em Pesquisa



### Projeto Educacional- Questionário Final

1. Na sua opinião, qual a importância desses elementos para entender a química?
2. Quais os assuntos químicos que você passou a entender ao participar das atividades?
3. O que você mudaria na execução da SD?
4. O que achou sobre a temática trabalhada neste projeto?

## Apêndice G - Categorização

Aspectos econômicos- Lucro interno
Frequência
Seria bom por um lado, pois o Brasil vê os elementos terras raras como muito importantes para serem mais extraídos no futuro, por gerar lucro”.
Os minerais que têm os elementos terras raras dão bastante dinheiro e o país poderia pegar a matéria prima daqui mesmo isso ajuda na economia”.
Para o Brasil os elementos terras raras ajudariam na produção de tudo o que é legal, tipo celular e computador e não precisaria comprar da China.
É importante extrair terras raras porque o Brasil ganha muito com isso.
O Brasil tem os minerais e os minérios em grande quantidade para produzir os materiais.
O Brasil é um grande produtor de minerais, que ficam no solo e podem extrair lântanio, neodíneo (neodímio), térbio, isso já ajudaria na economia do país.
Para o Brasil os elementos terras raras ajudariam na produção de tudo o que é legal, tipo celular e computador e não precisaria comprar da China.
Com certeza, o ponto positivo para o Brasil seria o lucro que o país teria, pois com a extração, as mineradoras fariam mais produtos aqui mesmo.
É possível observar, que o aumento nas rendas governamentais seriam evidentes, isso porque a China não seria mais uma exportadora de elementos terras raras para o nosso país, muito menos de aparelhos tecnológicos, poderíamos fabricá-los aqui mesmo.
Ponto positivo: aumento de lucratividade para o país.
A renda do Brasil, na visão geral, seria aumentada, por podermos economizar.
Já existe a extração de elementos minérios de alumínio e ferro em grande quantidade, então a extração de terras raras é vista como ouro do século 21 para aumentar o poder aquisitivo do Brasil, para os outros países verem como um país rico.
Os minerais de elementos terras raras são encontrados no subsolo e são muito importantes para a produção industrial.
Colabora para que o país tenha grandes produções de materiais.
Os minerais servem de matéria prima para a confecção de bens de consumo para futuramente poder vender.
É muito preocupante porque as pessoas só pensam em extrair por causa de ganhar dinheiro.
O aumento do lucro das mineradoras.
As indústrias de minérios concordam por saberem que terão benefícios em arrecadar mais poder.
Dinheiro é positivo para o país.
Muitos acham que extrair esses elementos vai ajudar financeiramente o país.
Para os outros países é muito bom, porque na maioria eles nem tem esses minerais e não precisam danificar o ambiente, só fazem o processo químico para ter os produtos que desejam.
Para o Brasil é ótimo porque terá mais dinheiro.
E é muito importante para nosso país para ganhar mais
A extração é muito cara, por isso seria melhor continuar extraindo apenas no Brasil e não enviar minerais para outros países.
No nosso país existem vários gastos e muitas dívidas, um ponto positivo seria vender elementos terras raras para pagar essas dívidas e começar a lucrar com isso.
Não basta extrair, é necessário produzir, passar os elementos terras raras por um processo industrial e utilizar eles, precisamos ter a noção que esses elementos giram o capital brasileiro.
Sem sombra de dúvidas os elementos terras raras causam muitos impactos, mas são vistos como um bom negócio para o futuro do Brasil, por oferecer a oportunidade de aumentar a economia.
Não podemos ser hipócritas e falar que esses minerais não dão dinheiro, por isso muitas empresas querem extrair e vender e o governo é a favor.
Gera muito dinheiro a extração de minerais, principalmente se for uns que fabricam tecnologia, como os elementos terras raras.
Todos concordam que os elementos terras raras são o ouro desse século e que o governo vê esses elementos como o ouro dos próximos séculos (...)
Para amenizar a concorrência entre os países ricos, o Brasil poderia extrair os elementos terras raras e produzir para nós mesmos aparelhos da alta tecnologia.
Se a produção e o consumo se concentrar no nosso país, acho que não geraria muitos impactos, porque seria só aqui e não uma questão mundial.

No mundo, vários países extraem elementos químicos pensando no próprio lucro, porém deveriam pensar no que acontece com muito impacto.
Os elementos terras raras são importantes para várias coisas, mas o que o governo e as empresas de extração só querem pensar no que poderia ser de positivo, como arrecadar mais dinheiro para investir em outras empresas ou guardar esse dinheiro.
Alguns pontos positivos são o lucro e o aumento das indústrias e fábricas.
Para as fábricas seria ótimo, elas poderiam fabricar mais eletroeletrônicos e ganhar muito com isso.
Lucro monetário para o nosso país.
Um fator que podemos destacar no nosso país seria a importância de um ponto positivo que é o de lucrar com os materiais como a venda de celulares e computadores.
Os minerais servem de matéria prima para a confecção de bens de consumo, como utensílios da tecnologia, isso serve para vender.
As mineradoras só pensam em dinheiro e não pensam na natureza.
A mineradora só enriquece por causa da venda de minerais e minérios.
É positivo porque os minerais podem ser vendidos e com isso ajuda as mineradoras e as indústrias.
Quando pensamos em extração mineral, parece que só estragam a natureza, mas pode ter pontos positivos como aumentar a renda dos produtores.
A mineração ajuda na obtenção de capital.
Os elementos terras raras compõem vários minérios de composições diferentes e contribuem com a sua produção ajuda para o nosso país ser mais rico.
Hoje em dia o Brasil possui diferentes minérios que já são comercializados e economicamente falando seria bom extrair mais elementos terras raras.

Aspectos econômicos- Expansão econômica
Frequência
Os materiais servem para o Brasil avançar junto com os outros países, aqui esses elementos poderiam mandar para outros países, só que não adianta só isso, as pessoas precisam utilizar esses materiais com consciência.
De certa forma os minerais ajudam a movimentar a economia, por isso se extrair esses elementos de modo consciente, haveria um crescimento do país no exterior, no aspecto econômico, por serem minerais estratégicos.
Por sua raridade e valor econômico, os elementos terras raras podem servir de matéria prima para itens de tecnologia, sendo uma boa para se unir com outros países, pensando em vender os elementos.
Para extrair minerais e transformá-los em materiais úteis para utilização no cotidiano, é necessário investir, com o envio de materiais ou de minerais para outros locais, seria possível aumentar o capital e estabelecer relações com outros países.
Os usos de mais elementos terras raras podem levar o país a ser conhecido internacionalmente, porque todos concordam que os outros países gostariam de comprar mais minérios.
Pensando que os elementos terras raras são o ouro do século 21, isso significa que poderia ser importados (exportados) para fora, por isso é um ouro para nós e para o mundo também.
O grande problema da extração é que para extrair mais e mandar para outros países, o nosso Brasil seria prejudicado.
É evidente que para os outros países seria uma boa por que (porque) eles não prejudicariam seu solo, apenas já comprariam uma coisa pronta do Brasil.
Com o aumento da exploração, a exportação seria um ponto positivo para as mineradoras.
A Vale já tem muitas empresas que cuidam da extração e já exportam outros elementos químicos, mas se aumentasse essa extração com os elementos terras raras, muitos outros países iriam gostar e comprariam esses elementos.
A China é visto como o país que mais tem elementos terras raras, o Brasil pode ser um que também vende bastante.

O ponto positivo só será visível quando começarem a vender bastante elementos terras raras para outros países e nosso país percebe que está arrecadando com isso.
Fabricar mais seria um avanço muito grande para ser bem visto pelos outros lugares.
(...) sem contar que a exportação seria um ponto favorável para os outros países.
As principais fontes econômicas são o minério de ferro, dentre outros, mas com a extração de novos elementos para enviá-los para exportação seria uma boa, um dos pontos positivos dessa extração.
Sabemos que os elementos terras raras são encontrados na natureza na forma de óxidos e que se esses óxidos já fossem vendidos para outros países, a gente economizaria, porque não precisava fabricar as outras coisas aqui, porém teria que comprar essas tecnologias dos outros países, então daria na mesma, não é nada positivo.
Mesmo tendo o nome de raro, não são raros, alguns são abundantes e por isso, nesse sentido não vejo problema em extrair para que os outros países comprem.
Positivo: ajudar os outros países a extraírem menos por comprarem do Brasil.
O Japão é o país que mais tem tecnologia de ponta, por extrair e produzir elementos de terras raras, se o Brasil fizer a mesma coisa, poderia aumentar a produção dessas substâncias e vender também celulares e computadores não apenas aqui.
A importância dos elementos terras raras do país é estratégica para o futuro, porque pode ser extraído para ficar na frente da China como país exportador.
O mercado de terras raras ficaria satisfeito em saber que mais um país venderia esses elementos.

#### Ciência e Tecnologia- Avanços em pesquisa e tecnologia

Frequência
Para quem estuda os minerais retirados do solo, seria ótimo, porque o Brasil teria mais mineradoras para desenvolver as pesquisas sobre como extrair os elementos terras da melhor forma, sem prejuízos.
Para obtenção de elementos terras raras é necessário passar por um tratamento industrial e químico caro, para em seguida, produzir os materiais que já conhecemos, como celulares, lâmpadas e daria para deixar o processo mais barato com estudos.
Na produção acontece uma reação química, porque todos os materiais precisam de uma reação química para formar tecnologia boa, mas todos nós sabemos que essas reações precisariam não causar tantos impactos na natureza e nos trabalhadores envolvidos.
Há investigadores procurando outras formas para substituir esses minerais, para encontrar uma nova forma de não prejudicar o meio ambiente
É por isso que os cientistas deveriam procurar por outras alternativas para substituir as terras raras dos nossos aparelhos.
É muito importante estudar os elementos terras raras porque ajuda a Química, a engenharia e a Ciência a pesquisar novas coisas para não prejudicar o ambiente.
Os elementos terras raras são muito importantes porque os cientistas precisam pesquisar as propriedades e formas para não ter tanto impacto na natureza
É importante porque a Química inventa processos para amenizar os impactos da indústria
No Brasil os cientistas podem descobrir como usar extrair os materiais de maneira mais sustentável.
Para aumentar a qualidade dos nossos aparelhos de celular, é necessário extrair esses elementos, porque a reciclagem é muito difícil.
Sim, os materiais usados são materiais de produtos químicos que são resultado do processo químico, os elementos terras raras, por exemplo, são retirados de uma forma, são estudados e chegam a outra forma.

A química está envolvida nos estudos dos materiais como no processo de fabricação e na composição.
Uma mineradora tem tudo o que acontece na mineradora monitorado nos computadores.
No uso das máquinas para realizar os processos químicos.
A química pode ajudar em várias coisa, como a despoluir os rios e voltar o solo ao normal.
Muitos materiais passam por processamento industrial em máquinas inovadoras.
É possível descobrir novos minerais para fazer ainda mais materiais.
A química está envolvida na formação dos materiais e eu acho que também para diminuir os problemas causados na natureza por causa da extração.
A mineração não é só conseguir coisas preciosas, ela é capaz de criar formas para extrair mais em menos tempo.
Algo de positivo é que as faculdades podem estudar mais esses elementos.
Com isso, pode verificar quais os materiais podem ser confeccionados e pensar em novos produtos e materiais que ninguém pensou para aplicar os elementos.
A extração mineral tem os elementos químicos que podem ajudar a construir novos materiais.
Existem pesquisadores e cientistas que estudam a crosta terrestre para descobrir o que existe e como pode ser extraído.
A química existe para estudar as propriedades dos elementos químicos, se algum for descoberto é colocado na tabela periódica, isso ajuda para os mineradores saberem se deve extrair ou não.
Os minérios mais comuns que apresentam terras raras são: a monazita, muitos órgãos estudam como extrair para o futuro por causa dos materiais radioativos.
Os cientistas descobriram os elementos terras raras e podem pesquisar mais para que eles causem menos impactos na sociedade.
Muitas das novas tecnologias de energia renováveis dependem de propriedades únicas de alguns elementos terras raras.
As terras raras são essenciais para as principais tecnologias do futuro.
É bom para os pesquisadores estudarem sobre os elementos terras raras.
Os volumes consumidos de terras raras são limitantes para a confecção de novos produtos tecnológicos (computadores, lâmpadas e celulares, e etc) e no desenvolvimento de tecnologias limpas (veículos híbridos, energia eólica e solar)
Certas empresas estudam atualmente como voltar a extrair esses minérios no país, mas ainda não tem um prazo certo para começar.
O território brasileiro abriga potencial de reservas naturais comprovadas por estudos geológicos, porém existem riscos.
Algumas empresas internacionais poderiam pesquisar em como desenvolver a logística reversa dos seus produtos de forma responsável
Com pesquisas é possível impactar menos.
A demanda industrial para esses elementos estudada para uma crescente variedade de tecnologia de ponta.

#### Ciência e Tecnologia- Mudança de conceitos

##### Frequência

Antes das atividades, eu achava que só encontrava elementos terras raras em materiais raros como o ouro, o diamante e o rubi, ainda acho que são encontrados na natureza, mas utilizados para outras coisas, tipo a fabricação de tecnologia

A química está envolvida na formação dos eletroeletrônicos e não nos problemas causados na natureza por causa da extração.
Eu não enxergava nenhum ponto positivo na extração de minerais, agora sei que tem.
Eu nem sabia que praticamente tudo da tecnologia tem minérios.
Eu mudei o meu pensamento que era a química que poluía
Pra mim a mineração era só pra conseguir coisas preciosas tipo ouro e diamante.
A química não é somente usada para fazer drogas e remédios, mas para fazer novos elementos e substâncias.
Quando um rio fica poluído não é a química que polui, mas ela pode ajudar a recuperar por causa dos rejeitos, mas é difícil.
Poucas pessoas conhecem os elementos terras raras, eu também não conhecia, mas sem eles quase nada no nosso mundo funcionaria. É através das terras raras que a tela dos nossos celulares são brilhantes.
As pessoas mal sabem o que são terras raras, mas sem as terras raras a tecnologia seria incabível e quase não iríamos ter a tecnologia no nosso dia a dia
Bom, como o nome já diz, “elementos terras raras”, pensamos em elementos difíceis de achar, porém na verdade são mais abundantes que elementos que conhecemos bem, é um conjunto de 17 elementos químicos, logicamente com propriedades excepcionais.
Não achava que a química tinha tanta influência na extração de minerais, só de falar em elementos percebemos que tem química envolvida.
A química está bem envolvida com os elementos terras raras, isso era importante todos saberem.
Os elementos químicos ajudam a formar novos elementos ou fazem parte da composição de alguns materiais.
A química está em tudo o que nós conhecemos, percebi que a química é extremamente importante para fabricação de substâncias.
Antes eu achava que terras raras era uma coisa encontrada na terra que era rara, mas terras raras são elementos químicos que ocorrem em vários minérios de composições distintas”.
“Para mim, a química era envolvida na formação dos materiais e nos problemas causados na natureza por causa da extração, mas percebi que não é só isso, que ela pode pensar nas formas de impactar menos”.
“A química é uma ciência que estuda várias coisas, como os elementos terras raras, localizados no bloco f da tabela periódica, diversas pessoas pensam que é algo ruim por estar envolvida na fabricação de drogas ou que é ruim, por danificar os cabelos (tinta, progressiva e relaxamento), ou o meio ambiente com a poluição química, mas na verdade, ela contribui para encontrar elementos, descobre como e onde usar e pode ajudar a preservar vários ambientes”.
Nunca imaginei que precisava extrair minerais para fabricar materiais, acho que ninguém pensa nisso.
Que no celular tem elementos químicos.
Percebi que a química está em nosso cotidiano.
Nem imaginei que tinha pontos positivos na extração.
Que precisava extrair elementos da natureza para fazer parte da composição da tecnologia.
Agora eu sei que temos que fazer alguma coisa pra melhorar essa extração que prejudica o ambiente.
A química também pode ajudar a melhorar algo e não apenas a poluir.
Não sabia que esses elementos são mais abundantes na crosta (crosta) terrestre que o cobre Cu que é bem mais utilizado para fazer fios das ruas.

Bom, para falar a verdade, terras raras não é apenas algo raro, mas é algo muito útil para todas as pessoas e para o mundo.
Não fazia ideia do que era elemento terra rara, muito menos que o Brasil tinha.
Um dos grandes problemas é que se usa elementos químicos, mas não é só um problema, também pode ser uma solução se forem utilizados para concertar o que foi danificado.
O grupo terras raras pode ser facilmente confundido como uma quantidade de terra que fornece coisas raras, como objetos de valor, mas na verdade são elementos químicos utilizados na alta tecnologia.
Os elementos terras raras estão presentes em minérios como a monazita e a bastnasita (bastinasita), também são elementos químicos atuais que são usados para fabricar materiais elétricos e eletrônicos, esse conceito adquiri no início da atividade, depois da discussão sobre o que era um ETR.
A parte das atividades de elementos terras raras que eu mais gostei foi do experimento porque a gente pensa que não dá pra fazer na sala, mas na verdade dá mesmo com o laboratório não funcionando.
Os elementos químicos estão em vários lugares, como no ar e na água, mas também estão em nossos celulares e computadores, esses são os elementos terras raras.
A maioria da tecnologia possui componente químicos que são os elementos terras raras.
Que precisava extrair minerais para fazer nossos celulares ou algumas propriedades.
Elementos terras raras não são raros.
Na exploração de minerais existem pontos negativos e pontos positivos.
Elementos terras raras estão na tabela periódica, são os lantanídeos e possuem propriedades químicas que agrupam esses elementos nessa categoria química.
Nós também podemos fazer o nosso melhor para amenizar os impactos da mineração e não apenas as empresas ligadas a essa atividade.
Apesar de serem fonte de prejuízos na natureza, são fontes econômicas para o país.
Existem alguns elementos que são bem mais difícil (difíceis) de achar que os elementos terras raras, tipo o iodo.

Contribuições sociais- geração de empregos
Frequência
As pessoas podem melhorar de vida criando novos materiais, trabalhando na indústria de minérios, para muitos será o sustento de suas famílias.
As mineradoras são muito importantes para o desenvolvimento do campo de trabalho para os moradores locais que poderão virar funcionários.
Ao gerar emprego com a matéria prima para produzir eletroeletrônicos, a sociedade será beneficiada, isso é um ponto positivo.
A mineração além de gerar empregos é uma fonte de renda extra para muitos trabalhadores rurais, que sabem que não há melhorias sociais.
Por conta das suas propriedades, eles podem empregar muitas pessoas tanto nas indústrias como nas lojas de tecnologia.
Quanto mais elementos terras raras, mais emprego.
Como os elementos terras raras fazem parte de um sistema produtivo, muitas pessoas dependem disso.
A realidade brasileira é que precisamos de emprego, com isso as indústrias mineradoras usam disso para incentivar a mineração.

Se todos estiverem empregados, não tem o que reclamar, por isso as usinas aproveitam para explorar mais.
O garimpo produz sérios danos ao ambiente, mas emprega muitos garimpeiros.
Esses minerais são encontrados no subsolo e são muito importantes para a produção industrial por empregarem muitos trabalhadores.
Apesar de existirem as normas ambientais muitos garimpeiros vão até o local ilegalmente para conseguir um salário baixo, mesmo sabendo que não é algo bom.
É muito importante pelos empregos.
Gera muito emprego, se verificarmos todos os envolvidos: precisa cortar a madeira para desmatar e implantar uma mineradora, precisa dos operadores de máquinas, de quem fica na produção do produto, pra quem vende esse produto, isso é bom porque emprega muitos.
Na região onde está sendo explorada as terras raras, a população se interessa em se especializar para trabalhar em algum setor.
As pessoas tem (têm) mais facilidade em arrumar um emprego.
Colabora para que os países consigam empregar o maior número de gente.
Com o emprego o Brasil cresce.
A exploração é um grande gerador de empregos.
Para todos os países é muito bom porque gera empregos para trabalhadores que vão trabalhar com recursos naturais.
A mineradora enriquece e pode oferecer mais vagas.
Um dos pontos positivos são os empregos.
As terras raras são metais e elementos químicos de grande valor para o mercado de trabalho.
A extração mineral ajuda a empregar muitas pessoas, que percebem a exploração como uma oportunidade de vida.
Outros países passaram a extrair elementos terras raras, isso pode contribuir para diminuir a quantidade de desemprego.
De positivo, só emprego mesmo.
Há décadas, a extração mineral é vista como uma atividade para gerar empregos.
Não há como parar a exploração, uma vez que ela é muito importante para a sociedade devido a geração de emprego na indústria.
Isso geraria emprego e aumentaria a quantidade das indústrias no território Brasileiro
Com o aumento da exploração de minerais aumentaria os empregos e também os impactos.
A China é o país mais desenvolvido do mundo porque explora elementos terras raras e emprega muitos chineses.
A exploração de minerais contribui para gerar emprego.

#### Contribuições sociais- saúde

Frequência
[...] e com a chuva os produtos químicos que são misturados com a lama contaminam as pessoas
Os elementos terras raras, apesar de desconhecidos por muitos, são essenciais para manter a saúde da população, pois são utilizados na fabricação de aparelhos médicos como o de raio x".
Quando fazer a extração, precisa de cuidados, porque esses elementos são radiativos (radioativos) e prejudicam a saúde de quem extrai, causando contaminação.

Para quem trabalha nas indústrias, ocorrem muitos problemas de saúde porque os trabalhadores inalam muitas partículas de névoa, vapores e gases tóxicos, que prejudicam o seu trabalho e o ambiente.
Esses metais soltam gases tóxicos que fazem mal ao ser humano e atmosfera, também esses metais podem ser radioativos, fazendo mal ao nosso corpo
Para quem fica extraindo os minerais ilegalmente, é um risco para a saúde, não só por ficar embaixo do sol, mas porque esses elementos apresentam radioatividade e contaminam a pele causando câncer.
Os elementos terras raras são importantes para sociedade, mas causam malefícios a saúde.
Causam mal para a saúde das pessoas que vivem próximo das reservas de minerais, isso porque aumenta a poluição com as indústrias.
Na extração ilegal, muitos trabalhadores são explorados e ficam horas sem comer e no sol escaldante (escaldante), isso não é bom.
Se o solo ou o rio é contaminado, existem ribeirinhos que moram nos locais de extração e consomem essa água contaminada com minerais (metais) pesados e ficam no corpo dos seres humanos e dos animais durante muitos anos, podendo até causar danos irreversíveis.
Os elementos químicos que são obtidos da natureza, podem ajudar ou prejudicar. Se for (forem) utilizados para raios x, por exemplo, ajudam as pessoas a identificar o que elas tem, mas mesmo assim causa câncer.
A vida dos animais pode estar por um fio quando uma indústria é implantada, porque elas retiram a vida de determinado lugar, como plantas e mudam o curso de vida de muitos animais que vivem no local, isso pode deixa-los doentes.
As lâmpadas que são descartadas de forma errada, apresentam um pó dentro delas que contém terras raras, se esse pó atingir o chão, pode contaminar a água que corre dentro do solo e pode chegar em pessoas que não tem esgoto e nem água tratada e contaminar essa família.
Um dos pontos negativos é que esses elementos causam mal para a saúde.
Os produtos eletrônicos possuem terras raras, acho que por isso podem causar câncer se ficar falando muito no celular ou explodir se ficar no corpo.
Por ser algo visto como caro, irá aumentar a extração ilegal e conseqüentemente, muitos trabalhadores serão explorados para trabalharem em condições péssimas para seu sustento.
Sem contar o mal para a saúde de quem utiliza.

Contribuições sociais- utilidade
Frequência
Esses elementos são importantes para confeccionar aparelhos que todos nós usamos.
Os elementos TR servem para produção de celulares, lâmpadas, computadores, o fone de ouvido e até para gerar luz, por exemplo, isso é muito bom porque podemos nos conectar ao mundo.
Os materiais mais utilizados na criação do iphone são: neodímio, ítrio e lantânio.
É através desses terras raras que funcionam nossa televisão, smartphone, monitor, telão e etc.
O lantânio é usado para lentes de câmera e telescópio, o praseodímio, utilizado para criar materiais mais resistentes usados em motores de avião, podemos ficar aqui dando vários exemplos, mas as terras raras são muito úteis para nós.
Com esses elementos são feitos eletrodomésticos como o computador
Produtos eletrônicos possuem metais terras raras
Já que são utilizados como matéria para aplicação em tecnologia de ponta, inclusive celulares e computadores

As propriedades químicas e físicas das terras raras são utilizadas numa grande variedade de aplicações desde a produção de catalisadores até a produção de materiais luminescentes.
Terras raras é empregado para designar um grupo de elementos químicos muitos utilizados na produção de componentes eletrônicos ou da alta tecnologia.
Muitas terras raras são utilizadas como fonte de materiais luminescentes como a lâmpada e a tela dos aparelhos.
Eles são usadas na produção de celulares, computadores, monitores, lâmpadas fluorescentes e energias limpas.
Os elementos terras raras fazem parte dos lantanídeos e podem ser utilizados para fabricar tecnologia de ponta, como os celulares da apple ou os aparelhos da xiaomi.
Estão presentes no processo de fabricação de diversos itens de alta tecnologia, como os superímãs, em lâmpadas (LED e fluorescente), bem como em televisores e monitores.
Muitas pessoas não sabem a grande utilidade dos elementos terras raras, mas eles estão presentes no nosso cotidiano e nem percebemos! Fazem parte do celular, nossos computadores, televisão e até mesmo para gerar energia limpa.

Contribuições sociais- ética e política social
Frequência
Devemos nos preocupar em preservar os recursos do Brasil.
Cabe aos órgãos competentes, melhorar seu desempenho ambiental e garantir um meio ambiente ecologicamente equilibrado para todos.
Os políticos são os responsáveis por pensarem na melhor forma para extração e implantação, não pensando apenas no lucro das empresas, mas em tudo o que envolve esta atividade, como as pessoas, os animais e as plantas que são prejudicadas! ”
“É preciso maior fiscalização também das florestas e dos locais que apresentam minerais, porque se forem menos extraídos da terra conseqüentemente, haverá um impacto menor, as pessoas podem cobrar as autoridades para que isso realmente aconteça”.
“É importante que todos saibam que o material dos eletroeletrônicos vem de minerais, porque podemos preservar mais para gerar menos impactos”.
Cabe aos governantes a prevenção dos impactos em SP, gerando planos para recuperação de áreas degradadas e medidas para diminuir os impactos ambientais.
Pode ser muito útil, porém tem que ser usado e explorado de maneira certa para que os desastres como esse (Mariana-MG), não mais aconteçam.
Não há como parar a exploração mineral, uma vez que seus produtos são de grande importância para a sociedade. O grande desafio é explorá-los com responsabilidade e sustentabilidade, sem degradar o meio ambiente ou ao menos minimizar estes impactos.
É preciso haver uma conscientização do empreendedor de que é perfeitamente possível o desenvolvimento da mineração dentro de um conceito de sustentabilidade, onde o mínimo de agressão ao ecossistema são a base para prevenir futuros prejuízos.
A exploração mineral em si, já é uma atividade não sustentável, ou seja, o que foi extraído nunca mais será recuperado e existem procedimentos que tem que ser utilizados para minimizar o impacto ambiental, como a cobertura vegetal, preservação dos rios e da paisagem, manutenção da fauna e da flora e o controle da poluição sonora e da quantidade de rejeitos.
Conhecer as grandes proporções de prejuízos da extração é o nosso dever.
As empresas precisam pensar em reciclar esses elementos e perceber o limite de extração.
É fato que o uso de terras raras se tornou imprescindível na nossa sociedade atual, porém é necessário que todos tomem atitudes para manter a importância desses elementos, como evitar a compra

exagerada, descartar seu lixo corretamente e reciclar de forma a recuperação total ou parcial desses elementos.
Se as indústrias se conscientizarem, é possível modificar essa situação.
É essencial viver em harmonia com o meio ambiente, as empresas precisam considerar que a natureza é esgotável
Como seres humanos, é nosso papel pensar nas infinitas possibilidades para se preservar o meio ambiente.
Muitos necessitam refletir acerca da preservação e sobre a importância da fauna e da flora para manter a vida na terra, pois são fontes de alimento e úteis para o desenvolvimento de praticamente tudo o que existe.
Então qual seria a solução então para problema da extração desses elementos? É preciso conscientização para a preservação desses elementos e do meio ambiente.
Os investidores da área devem achar maneiras de substituir por outros elementos químicos menos impactantes na natureza e aplicar em nossos produtos do dia a dia, como celulares, computadores, etc
Concluindo, o debate sobre o uso desses terras raras é importantíssimo e principalmente sobre a preservação do meio ambiente desses mesmos elementos.
As empresas são responsáveis por cumprir as leis ambientais e fazer de tudo para preservar o ambiente.
As industrias devem ter responsabilidade durante a extração, produção e produto final do que envolve os elementos terras raras, não apenas com o meio ambiente, mas também com os trabalhadores e até com os consumidores, quando são informados sobre a origem e os benefícios que determinadas empresas causam quando vendem seus produtos...

Questões ambientais- Degradação ambiental
Frequência
No Brasil acontece muita extração isso prejudica os animais que moram na região, porque eles são deslocados de seu habitat obrigatoriamente, quando uma indústria se instala ou quando mudam a paisagem.
Os rios são poluídos pela extração dos minerais, por causa dos rejeitos que são liberados e o solo se contamina”.
A extração impacta negativamente no meio ambiente, porque estraga várias coisas, o ar, com a poluição da extração, as florestas e a terra, quando desmatam e extraem os minerais, acho que não adianta falar que é positivo, parece que tem muito mais coisas negativas.
O derramamento de produtos químicos no solo causa impactos no solo e vários outros pontos negativos ao ambiente.
No Brasil existem locais de onde é extraído a maior parte dos materiais minerais, isso prejudica o solo de onde são retirados.
No Brasil existem vários pontos de extração de todos esses minérios, como a Serra de Carajás (Pará), entre vários outros, até em São Paulo e isso prejudica muito o ambiente o tudo o que tem nele.
Os rios são poluídos pela extração dos minerais, por causa dos rejeitos que são liberados e o solo se contamina
O Brasil é rico em recursos minerais e se ficar extraindo, pode prejudicar muitas coisas, como o solo e os animais que vivem por lá.
A extração impacta negativamente no meio ambiente, porque estraga várias coisas, o ar, as florestas e a terra, acho que não adianta falar que é positivo, não vejo isso.

No Brasil acontece muita extração isso prejudica os animais que moram na região, porque eles são deslocados de seu habitat obrigatoriamente, quando uma indústria se instala ou quando mudam a paisagem.
Para conseguir elementos terras raras, é necessário desmatar florestas como a Amazônia e retirar o mineral, isso contamina o solo, a fauna e a flora
Na extração de minerais para conseguir os elementos terras raras, durante a extração a água, o solo e o ambiente em que ocorre a extração são prejudicados e poluídos
O garimpo produz sérios danos ao ambiente, estragando os rios que podem até sumir
Apesar de existirem as normas ambientais para proteger o meio ambiente, mesmo assim com a exploração de minerais, as terras exploradas sofrem demais com as transformações, isso prejudica o solo.
Como consequência da extração, acontece o desmatamento.
Na região que está sendo explorada, uma hora vai acabar os minerais, e com o aumento da exploração, outros lugares também serão acabados.
Muitas rochas sofrem degradação por serem muito exploradas
Pode acontecer muita poluição, porque quando as pessoas desmatam uma para pegar os minerais, elas mudam um lugar e o que está nele, como os animais.
Os impactos são: desmatamento da Amazônia, prejudica os animais e as pessoas que tem que sair para implantar uma hidrelétrica.
O maior impacto com certeza (com certeza) é que os rios são contaminados, e que isso prejudica os vegetais e os animais.
É muito preocupante porque os minerais serão retirados da natureza que é um lugar deles.
A mineração acaba muito com a natureza
As substâncias químicas que são rejeitadas no meio ambiente causam prejuízos ao lençol freático (freático)
Quando colocam uma hidrelétrica numa cidade para uma mineradora, a cidade é alagada e os vegetais se decompõe, fazendo mau (mal) para o meio ambiente.
Os impactos ambientais da mineração atingem a atmosfera, os solos
Os impactos ambientais da mineração são imensos e causam problemas de alteração biológica, hídricas e atmosféricas.
Os principais problemas ligados a extração de minerais é a alteração das paisagens.
Um fato negativo é a extração que causa a erosão do solo e em época de chuva esse solo enfraquecido é levado, mudando o local.
Os resíduos que são produzidos na exploração na exploração é muitas vezes contamina o solo com materiais pesados, o que faz com que o solo fique fraco e infértil.
Os motivos são pela exploração que utiliza máquinas e produtos que destroem o solo e desmatam a vegetação local
A quebra das barragens de rejeitos é um grande problema, por exemplo em Mariana
A lama de rejeitos em Mariana contaminou toda a região, matando toda a vida aquática do rio
O uso de produtos químicos como o sulfato de amônia se infiltram no solo, causando contaminação de lençóis freáticos e reduzindo a fertilidade do solo.
Da problemática das questões ambientais da produção de elementos terras raras, se deduz que os impactos gerados na produção afetam todo ciclo de vida.
A desvantagem é que a extração polui o meio ambiente com a extração de elementos com radioatividade que contaminam o solo

A extração e o processamento poluem muito, elas produzem resíduos radioativos e destrói a paisagem.
A utilização de terras raras poluem, produzem resíduos radioativos e destroem o ambiente.
A desvantagem que temos é que a extração polui.
Porém, pode ser um desastre para o meio ambiente, como por exemplo, o que aconteceu aqui no Brasil, Mariana, Minas Gerais, com o rompimento das barragens de rejeitos da mineração, da empresa Samarco, deixou um desastre inexplicável na fauna e na flora brasileira e matou 19 pessoas
A extração inapropriada podem trazer problemas como: a extração excessiva produz lixo como entulhos e lama, geralmente esses resíduos são deixados de lado, poluindo rios e lagos.
Para fazer uma área de extração de terras raras é preciso desmatar uma grande área de floresta, contudo matará a fauna e a flora da reserva.
Para fazer a extração desses metais, é muito demorado e complicado, pois geralmente no local de extração é preciso desmatar uma grande área de floresta, e dificilmente uma grande área será replantada.
Gera um grande problema para a natureza porque a extração desses minérios causam uma grande quantidade de lama e entulho, também esse entulho gera uma poluição em lençóis freáticos e lagos de água limpa, matando toda a fauna e flora do ecossistema.
É preciso ressaltar que os elementos terras raras são de difícil extração e são poluentes.
Diante dos fatos apresentados, os principais impactos ambientais da produção de ETRs são referentes as mudanças climáticas, para a saúde e para o ecossistema da terra.
Depleção (depreção) de recursos minerais.
A exploração de terra rara é imenso, além de causar danos ao meio ambiente, também causa nos animais.
Contaminação de lençóis freáticos, reduz a fertilidade do solo, estraga rios, contamina os animais.
Sua extração e o processamento poluem áreas enormes causando destruição dessa paisagem original, além de poder deixar resíduos radioativos em áreas ambientais.
A extração mineral está se tornando uma fonte de problemas ambientais gravíssimos, principalmente quando não há um bom investimento na hora do descarte desses elementos, um bom exemplo de como esses resíduos podem afetar o meio ambiente é o que aconteceu em Mariana (MG), após a quebra de barragens que armazenavam minerais de toneladas, prejudicaram uma população.
Com a exploração dos elementos terras raras o impacto ambiental resultante da extração de terra raras é muito grande, pois a mineração desse tipo de material acontece em céu aberto e modificam o solo com o desgaste.
Elementos terras raras podem causar muitos danos ao meio ambiente, como a infiltração de rejeitos e a poluição atmosférica com a evaporação de águas contaminadas.
O grande problema é o derramamento de elementos químicos no solo que causam impactos negativos na natureza.
Muitos dos elementos, incluindo os terras raras causam impactos na natureza devido as suas propriedades químicas, como a radioatividade, isso prejudica o solo e a fauna e a flora.
Essa prática costuma gerar vários impactos ambientais em muitas escalas: alterações específicas de paisagem, solo e hídricas.
Os elementos terras raras trazem latentes problemas para a natureza e o que está nela.
As máquinas utilizadas destroem o solo, destruindo assim as plantas e os seres microscópicos que vivem naquele local.
A lama das barragens de rejeitos podem (pode) contaminar o solo.
Quando o solo é contaminado e cai uma chuva, os elementos químicos são facilmente levados pelas águas e prejudicam os animais.

Existe muita contaminação do solo e conseqüentemente dos lençõs de água.
Os animais e as florestas são afetados.
O desmatamento causa um prejuízo muito grande para o local onde acontece a extração.
Em Mariana, muitas pessoas ficaram desempregadas porque dependiam da pesca e os peixes foram mortos pela queda dos resíduos.
Alguns pontos negativos são: desmatamento, mudanças climáticas, evaporação de elementos químicos.
A água é poluída, dessa forma os animais também são, por viverem naquele ponto de mineração.
A vida é depredada por conta da exploração exagerada.
Os danos gerados nas áreas onde são desenvolvidas as mineração ou garimpagem são irreversíveis.
O garimpo mecanizado é um dos que mais causa impactos nos ambientes fluviais, destruindo margens de rios.
Tanto o garimpo quanto a mineração extraem recursos do solo ou do subsolo.
As atividades mineradoras e degarimpos promovem impactos diretos na natureza, levando a deterioração do meio ambiente.
Os pontos mais negativos da exploração de minerais com certeza são os impactos ambientais.
O meio ambiente se degrada cada vez mais.
A barragem de Mariana não estava fiscalizada e quebrou, até hoje o local não foi recuperado, os peixes morreram contaminados e muitas pessoas foram soterradas pela quantidade de lama contaminada.

#### Questões ambientais- Responsabilidade socioambiental

Frequência
Os recursos do Brasil uma hora vão acabar por causa de tanta exploração, por isso todos necessitam de comprar menos celulares e não ir com a mídia que faz de tudo para agente (a gente) comprar celulares de última geração, mas ir por nós mesmos, que já conhecemos os impactos da extração para produção.
Daí a importância de quando quebrar, levar os nossos aparelhos eletrônicos que temos em casa para pontos corretos de descarte desse lixo, só assim ajudaremos a diminuir os impactos na natureza.
Quando falamos da indústria de minérios, como a Vale, ela sabe muito bem como e o que extrair, se é necessário e com certeza poderia realizar estratégias de reciclagem desses elementos para não precisar extrair do solo brasileiro, já temos aparelhos eletrônicos demais!
Sabemos que os minerais de terras raras são inesgotáveis (esgotáveis) e, por isso, devemos aprender a reciclagem dela, para podermos usá-las por mais tempo.
Reciclar é a maneira mais inteligente de se respeitar o meio ambiente.
É importante reciclar e fabricar de maneira que respeite o meio ambiente, porque o impacto resultante da extração de terras raras é muito intenso.
Se prevermos de imediato a reciclagem de terras raras, podemos desfrutar por mais tempo das suas propriedades sem causar muitos danos ambientais.
Outro jeito de você amenizar esse problema é descartando terras raras adequadamente, vá a um ponto de descarte e lá entregue o material que será descartado, com pequenas atitudes, podemos mudar o mundo.
Para dar um basta nessa situação existe algumas soluções, se você ver um ponto ilegal de extração, denuncie para as autoridades, com isso você pode salvar a fauna e a flora.
Você pode descartar esses metais de forma correta, sem agredir a natureza

Se você tem algum material que quebrou, leve ao ponto certo de descarte, não jogue esses materiais em lixo comum, em céu aberto.
Conhecer esses problemas e a forma para minimizá-los é de grande necessidade, pois com atitudes simples, esses elementos poderão ser recuperados! Basta leva-los em locais para descarte e as empresas cabe a reciclagem dos elementos já utilizados.
As indústrias são responsáveis pelos processos de produção e são capazes de gerar o mínimo de lixo possível durante o processo, isso ajudaria bastante na preservação.
Para diminuir os impactos da mineração, é importante que as empresas criem mais energias limpas, de certa forma, isso diminuiria os impactos que acontecem de um lado, como se fosse um equilíbrio.
Nós podemos comprar apenas de locais que explicam de onde veio o produto, se tem algum selo de sustentável.
As industrias de minérios precisam pesquisar o entorno do local onde querem implantar a mineradora, para saber o que as pessoas pensam sobre aquilo e buscar não afetar tanto as suas vidas com medidas mais limpas.
Acho que a maior responsabilidade é das empresas que precisam se reunir para diminuir os impactos ambientais, podem bolar processos que não poluam tanto o meio ambiente com gases tóxicos.
Reutilizar os elementos terras raras.
As empresas deveriam definir como reciclar mais barato e a mídia deveria incentivar as pessoas a levarem aparelhos de tecnologia para os pontos de coleta.
Os elementos terras raras deveriam ser usados apenas para confecção de energias limpas, como a eólica.
As industrias mineradoras devem fiscalizar melhor as barragens de rejeitos para não acontecer igual a Mariana, onde uma chuva causou uma enxurrada de lama contaminada com metais pesados e certos produtos nocivos e com força derrubou a barragem que assegurava os resíduos.
Quando acontece a extração de elementos terras raras, deveria ser utilizado objetos que não prejudicassem tanto o solo, e não com máquinas pesadas.
De tanto escavarem a terra, o solo fica enfraquecido e com a chuva, pode causar desmoronamento de terra e a enxurrada de lama destroem residências da população local causando transtornos que poderiam ser evitados com um pouco mais de atitudes com consciência por parte dos produtores.
Algumas empresas devem desenvolver técnicas de separação e retirada desses elementos para obter um alto rendimento, mas de forma mais barata e pensando no custo-benefício, sem prejudicar o meio ambiente.
Se todos comprarem as lâmpadas que gastam menos energia já é uma forma de contribuir com o meio ambiente.
Deveria ser feito um sistema de contenção de rejeitos melhor, como uma forma de solução para o problema que ocorreu em Mariana.
As indústrias devem produzir o uso industrial de minerais limitado.
O governo precisa aplicar várias restrições relacionadas ao meio ambiente, quanto mais uma indústria impactar, mas multa ela deverá pagar, só assim poderemos ter resultados.
Quando acontece a extração mineral, uma grande área é desmatada, essa área poderia ser reflorestada.
A reciclagem é muito importante e a sustentabilidade também ajudaria a solucionar as questões ambientais.
As indústrias de minérios não deveriam encher tanto as barragens, para não correr o risco de romper e atingir as pessoas, como aconteceu em Mariana.
Muitas empresas de minerais deveriam extrair só o necessário para o consumo mundial consciente.

A extração excessiva produz muito lixo como entulhos e esse lixo poderia ser levado para um local de coleta ou um ponto de recolhimento, isso impediria a contaminação de rios e solo.
Precisamos pesquisar de onde vem o aparelho eletroeletrônico que pretendemos comprar, verificar se existe o reflorestamento ou trabalho escravo envolvido, hoje em dia a internet ajuda muito na informação. Caso a empresa seja envolvida com coisa errada é nosso papel não comprar o produto.
Nós devemos denunciar quando vemos o descarte ilegal de resíduos, isso é mais visto no interior, provavelmente por ter menos fiscalização.
Um jeito muito fácil de amenizar essa situação é economizar, ou seja, parar de gastar com futilidade, tipo celular do ano e tv mais moderna se os seus estão pegando, isso impactaria o comércio e iria refletir nas atividades mineradoras.
A atividade mineradora em si, já é uma atividade não sustentável, ou seja, o que foi extraído nunca mais será repostado e existem procedimentos que tem que ser utilizados, como a cobertura vegetal, a preservação das águas e da paisagem.
O nosso futuro depende das nossas atitudes.
O ideal seria a reciclagem, porém como os dispositivos são complexos, como telefones celulares, isso é problemático porque muitas vezes até os fabricantes não sabem, qual matérias primas contém.
Sobre a poluição sonora, as indústrias de minerais deveriam minimizar com outros aparelhos ou adaptando os existentes.
A preservação ambiental é um compromisso com a vida.
Não podemos deixar a preservação ambiental para o amanhã, é necessário reciclar e reutilizar hoje.
Uma das coisas seria utilizar meios alternativos de energia, pois os elementos terras raras fazem parte da produção de energia eólica e de veículos híbridos, por exemplo.
A reciclagem é uma solução.
Já passou da hora de assumirmos o nosso compromisso com a preservação ambiental.
Pontos para amenizar os impactos ambientais da extração: reutilizar os rejeitos, reutilizar os aparelhos descartados e extrair menos minerais.
Se aplicarmos imediatamente a reciclagem de elementos terras raras, eles seriam menos extraídos do ambiente e diminuiria o impacto.
Descarte correto de lixo industrial evita a contaminação do meio ambiente.
Mesmo as menores atitudes de preservação são importantes, por isso, contribua da melhor forma, leve seu lixo tecnológico para reciclagem.
Respeitar a natureza, reciclar e economizar.
Se todas as empresa e indústrias seguirem a risca as leis ambientais
Devemos fazer o descarte correto dos equipamentos.
Não adianta só falar, cada um precisa fazer a sua parte, tanto as indústrias como a sociedade, se cada um fizer isso, o mundo será melhor.
Se queremos viver com qualidade de vida, precisamos agir de forma que todos os ecossistemas sejam cuidados.
Economizar energia utilizando lâmpada de LED, trocando as lâmpadas de casa.

## Apêndice H - Entrevista com a professora



Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Comitê de Ética em Pesquisa



- 1- Em sua opinião, quais os pontos mais importantes trazidos pela SD?
- 2- Você considera que os seus alunos compreenderam assuntos químicos durante a SD? Quais?
- 3- O que você mudaria na execução da SD?
- 4- O que achou sobre a temática trabalhada neste projeto?
- 5- Quais as dificuldades e as potencialidades enfrentadas no decorrer da SD?

**Apêndice I – Produto Educacional**

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**PRODUTO EDUCACIONAL****SEQUÊNCIA DIDÁTICA****A LUZ DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS**

Greice Cristina Santos de Faria

Pedro Miranda Junior

São Paulo  
2020

## **Apresentação**

### **Caros Professores,**

Este Produto Educacional é fruto do trabalho de pesquisa de mestrado intitulado “Análise de uma sequência didática com o tema Elementos Terras Raras: uma abordagem CTS no ensino de química”, realizado no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo – IFSP, sob a orientação do Prof. Dr. Pedro Miranda Junior.

Nosso Produto Educacional destina-se a professoras e professores de química do Ensino Médio com intuito de compartilhar estratégias de ensino realizadas em uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). A abordagem CTS foi escolhida por unir o âmbito social e o conhecimento químico, possibilitando aos discentes articular e entender as relações existentes entre a química e o cotidiano, levando em consideração aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais, de modo a capacitá-los na tomada de decisões a partir de um olhar crítico proporcionado por meio de uma educação científica e tecnológica, contribuindo para formação de cidadãos questionadores que participam de discussões para busca de soluções dos problemas da comunidade em que estão inseridos (SANTOS; SCHNETZLER, 2014).

Este Produto Educacional consiste em uma Sequência Didática (SD) com o tema “A luz dos Elementos Terras Raras”, elaborada a partir das reflexões acerca das atividades realizadas e analisadas durante o mestrado. A SD aborda diversas estratégias de ensino além de um experimento relacionado à luminescência. Para isso, utilizamos materiais de fácil acesso, além de relacionar a necessidade do descarte correto de resíduos eletrônicos.

Esperamos que este material contribua positivamente com as suas aulas de Química e proporcione boas experiências.

**Ótima leitura!**

**Introdução**

No âmbito da educação química, existem diversos temas que são vastamente conhecidos e utilizados para um Ensino de Química contextualizado, porém um assunto que é pouco ou até mesmo não abordado nas aulas de química do Ensino Médio é as propriedades e usos dos elementos terras raras (TR) em aparatos eletroeletrônicos no cotidiano das pessoas.

Ao professor de química do Ensino Médio, em algum momento durante sua graduação, lhe foi apresentada algumas propriedades e aplicações dos elementos TR, provavelmente na disciplina de Química Inorgânica durante abordagem de complexos metálicos com elementos do bloco f ou de forma abreviada na Química Geral, ao estudar a classificação periódica dos elementos químicos, mas com um enfoque meramente explicativo, sem maiores aprofundamentos (CABRAL, 2014). Esse mesmo autor (p.5) ressalta tal afirmação, quando diz que “até mesmo alunos do Ensino Superior desconhecem as propriedades e aplicações dessas substâncias, não havendo disciplinas que abordem o tema especificamente”.

A escolha do tema “A luz dos Elementos Terras Raras” para sequência didática (SD) justifica-se pela ampla aplicação desses elementos na tecnologia de ponta e, de seu valor estratégico para o país, além de inserir os estudantes na discussão de problemas ambientais e políticos decorrentes da exploração desses elementos da natureza. Pela falta de notabilidade desses elementos na sociedade, consequentemente lhes é atribuído menor importância por falta de conhecimento, sendo assim as questões ambientais, sociais, econômicas e éticas na exploração mineral desses elementos no ensino de química, são deixadas de lado.

Ao tratar das questões sociais envolvidas, os processos de extração, principalmente o da monazita<sup>9</sup>, causam impactos irreversíveis ao meio ambiente (LAPIDO; LOUREIRO, 2013). Outro fator é o “resíduo eletrônico”, pois somos bombardeados constantemente pela mídia a trocar nossos aparelhos eletrônicos por novos e, o que é feito com os aparelhos descartados? Segundo o Programa das

---

<sup>9</sup> **Monazita (geol.)** Mineral do grupo dos fosfatos, com fósforo, urânio, tório e elementos terras raras em sua composição, de cor castanho-amarelada a avermelhada. Mineral de minério de [elementos terras raras]. O mineral apresenta leve radioatividade devido aos elementos que o compõem. KLEIN, C., DUTROW, B., 2012. Manual de ciência dos minerais.

Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2015), cerca de 40 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos são descartados no mundo por ano, no Brasil, 20 mil toneladas, apenas de celulares e impressoras, é o país com maior produção de resíduos eletroeletrônicos do mundo. Esse resíduo eletrônico é uma fonte significativa de elementos TR e, o avanço da tecnologia viabiliza sua reciclagem, diminuindo a atividade mineradora, preservando o ambiente (ROCIO *et al.*, 2012).

Diante da importância dessa temática, esse Produto Educacional propõe uma Sequência Didática CTS, por meio de estratégias diversificadas de ensino, possibilitando a participação ativa dos estudantes, além de proporcionar aos professores exercer o papel de mediador em um ensino de química contextualizado.

**O que são elementos TR?**

A descoberta dos elementos Terras Raras (TR) teve início em 1787, quando Carl Axel Arrhenius descobriu a gadolinita, mineral composto de silicatos de cério, lantânio, neodímio, ítrio, berílio, e ferro, principalmente; este mineral foi encontrado em Ytterby, uma região próxima de Vaxholm na Suécia (ROCIO *et al.*, 2012). Porém, apenas em 1913, Henry Moseley utilizou espectro de raios X para quantificar esses elementos, ao quais são abundantes na crosta terrestre, mas de difícil extração, atribuindo à sua produção, um alto preço (ROCIO *et al.*, 2012). O grupo de elementos TR compreendem os elementos: escândio (Sc), ítrio (Y) e lantanídeos, localizados no grupo 3 da tabela periódica. Os elementos Sc e Y são elementos do bloco d e os lantanídeos são elementos do bloco 4 f. Os lantanídeos são constituídos pelos elementos: lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), promécio (Pm), samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprosio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb) e lutécio (Lu). A Figura 1 mostra a localização desses elementos na Tabela Periódica.



**Figura 1:** Tabela Periódica com destaque aos elementos TR.

**Terras Raras**

**Lantanídeos**

Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**Fonte:** Adaptado de FILHO; SERRA, 2014. p. 754.

O nome “terras raras” deve-se ao fato de que na época de seu descobrimento os elementos TR, encontrados como óxidos, tinham aparência terrosa e eram considerados muito escassos devido ao desconhecimento de processos de purificação desses elementos. Mas hoje em dia, sabe-se que esses elementos não

são raros e alguns deles são mais abundantes de que o cobre e chumbo, por exemplo, (MIRANDA JR, 2000).

Os elementos TR, apesar de pouco conhecidos pela sociedade, são extremamente importantes na produção de tecnologias como computadores, celulares, lâmpadas especiais, além de contribuir para o desenvolvimento de veículos híbridos e energias limpas como a eólica e a solar, tais características conferem aos TR destaque no âmbito da indústria, conferindo aos países que consomem esses elementos em grande quantidade, o título de desenvolvidos industrialmente (FILHO; SERRA, 2015).

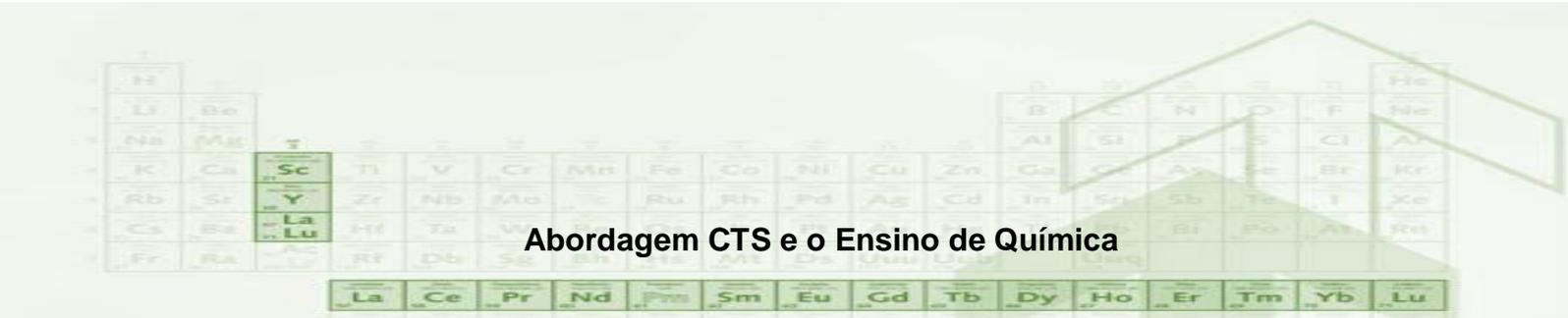
**Para saber mais sobre os elementos Terras Raras, indicamos a leitura dos artigos:**

1- “Luz e as Terras Raras”, dos autores Serra, O. A.;\* Lima, J. F.; de Sousa Filho, P. C. Publicado na Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (1), 242-264. Data de publicação na Web: 28 de outubro de 2014.

Disponível no link: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v7n1a12.pdf>

2- “Terras Raras: Tabela Periódica, descobrimento, exploração no Brasil e aplicações”, dos autores Paulo C. de Sousa Filho, Ayla R. B.S. Galaço e Osvaldo A. Serra. Publicado na Revista Quim. Nova, v. 42, n. 10, 1208-1224, 2019.

Disponível no link: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v42n10/0100-4042-qn-42-10-1208.pdf>



## Abordagem CTS e o Ensino de Química

A sigla CTS significa Ciência, Tecnologia e Sociedade. Surgiu com um movimento que criticava modelos de gestão e políticas de ciência e tecnologia. Em contexto mundial, o movimento CTS já é bem conhecido e desde o século XX reivindica a inovação e a reestruturação do currículo escolar para uma atuação cidadã, utilizando questões sociais de maneira multidisciplinar. Levando em consideração o seu surgimento em países desenvolvidos industrialmente (Europa e América do Norte), por volta da década de 1970, após o avanço da Ciência e Tecnologia (C&T), além da degradação do meio ambiente se tornar mais visível, fez-se necessário um olhar mais crítico voltado para os aspectos políticos, fomentando debates, que levaram ao denominado “Movimento CTS” (AULER; BAZZO, 2001).

Já no Brasil, um dos marcos para o surgimento do movimento foi a Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT- Alfabetização em Ciência e Tecnologia, em 1990, neste contexto, pesquisadores do Brasil e de outros países apresentaram trabalhos sobre o Ensino de Ciências e a temática CTS (SANTOS; SCHNETZLER, 2014). Além de artigos e trabalhos publicados, o estudo dos pressupostos CTS começou a ser desenvolvido por grupos de pesquisas e materiais didáticos.

Uma das funções do ensino de química na educação básica é informar e formar para a cidadania (SANTOS, SCHNETZLER, 2014), isso é fortalecido por documentos oficiais relacionados à educação, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000), a Lei de Diretrizes e Bases - LDB (BRASIL, 2012) e a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017) que propõem uma educação que permita o desenvolvimento pleno do discente, colaborando para que este exerça de maneira consciente a sua cidadania.

A abordagem CTS contempla a proposta do PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) (BRASIL, 2000), pois aproxima o aluno dos conceitos químicos através daquilo que ele vê, ouve e observa, associando às implicações sociais, ambientais, econômicas, políticas, éticas e culturais, possibilitando a formação de cidadãos críticos que vivem em sociedade e modificam o ambiente através da tecnologia (SANTOS; MALDANER, 2010). Uma das premissas da abordagem CTS no ensino de Química é preparar os estudantes para atuarem

ativamente na sociedade diante de tomada de decisões individuais ou coletivas, buscando a formação de conceitos, atitudes e valores constituintes da participação social responsável (SANTOS; MORTIMER, 2002).

O objetivo principal da educação CTS é desenvolver a educação cidadã, ou seja, o papel da educação química envolvendo a abordagem CTS é o de educar para a cidadania, de maneira que o indivíduo seja capaz de utilizar os produtos tecnológicos desenvolvidos pela sociedade democrática, além de compreender e estabelecer uma opinião frente aos impactos causados por esses produtos (SANTOS, SCHNETZLER, 2014).

Tendo em vista a contribuição do enfoque CTS para o processo de ensino e aprendizagem e da relevância dos elementos TR para o desenvolvimento tecnológico do país e para o ensino de química, planejamos a SD intitulada “A luz dos elementos Terras Raras”, de forma a contribuir para esta área de pesquisa e fortalecer a importância do conhecimento científico para leitura da realidade e, desmistificar a visão do aluno de que a Química é uma ciência distante e que não está presente no dia a dia.

**Para saber mais sobre a abordagem CTS, indicamos a leitura dos artigos:**

1- “Reflexões para a implementação do Movimento CTS no contexto educacional Brasileiro”, dos autores Décio Auler e Walter Antonio Bazzo. Publicado na Revista Ciência & Educação, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

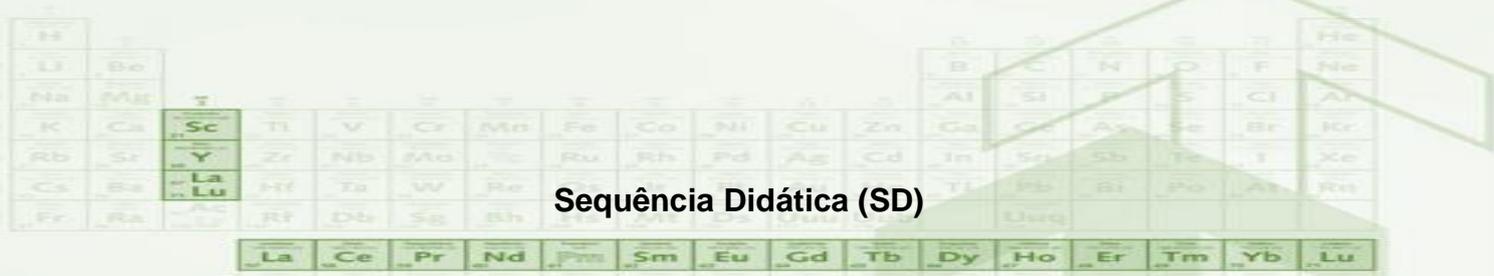
Disponível no link: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132001000100001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100001)

2- “Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências”, dos autores Wildson Luiz Pereira dos Santos e Eduardo Fleury Mortimer. Publicado na Revista Ciência & Educação, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

Disponível no link: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132001000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100007)

3- “Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira”, dos autores Wildson Luiz Pereira dos Santos e Eduardo Fleury Mortimer. Publicado na Revista Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2- dezembro 2002.

Disponível no link: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>



Entendemos que sequências didáticas facilitam a compreensão de determinado tema durante o ensino e aprendizagem em sala de aula, pois utiliza da junção de ações pedagógicas para um ensino etapa por etapa (MAROQUIO et al., 2015) e são estratégias didáticas adequadas para realização de um ensino CTS.

Pensando nisso, a SD foi estruturada para ser desenvolvida na disciplina de Química, especificamente para a 1ª série do Ensino Médio, durante 10 aulas. O Quadro 1 demonstra como a SD poderá ser organizada, sendo que as 6 etapas poderão ser adaptadas conforme a realidade escolar:

**Quadro 122:** Sequência Didática

<b>Etapa</b>	<b>Conteúdo abordado</b>	<b>Objetivo</b>
<b>1</b>	Questionário inicial	Estabelecer uma ligação entre o que o aluno já conhece e o objeto de estudo.
<b>2</b>	A imagem da mineração brasileira	Familiarizar os alunos com as problemáticas envolvidas no extrativismo mineral.
<b>3</b>	Usos, aplicações e implicações das terras raras	Estabelecer relações entre os elementos terras raras e a composição de alguns eletroeletrônicos encontrados no cotidiano.
<b>4</b>	Pesquisa direcionada	Identificar as principais características dos elementos terras raras presentes no material escolhido e a sua função.
<b>5</b>	A luz das terras raras: excitação eletrônica	Diferenciar fluorescência e fosforescência, relacionando esta propriedade com a luz emitida em dispositivos eletroeletrônicos que contêm elementos terras raras.
<b>6</b>	Resíduo eletrônico	Conscientizar os alunos sobre a importância do descarte correto de resíduo eletrônico.

**Fonte:** Própria

O intuito desta SD é proporcionar a você Professor(a) subsídios para aprimorar suas estratégias de ensino e que suas aulas se tornem engajadas em

questões sociais pertinentes ao contexto do aluno, os quais terão acesso à formação cidadã ao compreenderem as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e a partir da informação, consigam questionar, argumentar e organizar seus pensamentos.

### **Etapa 1- Questionário Diagnóstico**

Inicialmente, aplique um questionário simples, conforme exemplo:

1- Na sua casa você possui eletroeletrônicos? Quais?

Smartphone (Sim) (Não)

(1) (2) (3) (mais)

Computador (Sim) (Não)

(1) (2) (3) (mais)

TV (Sim) (Não)

(1) (2) (3) (mais)

Tablet (Sim) (Não)

(1) (2) (3) (mais)

Relógio digital (Sim) (Não)

(1) (2) (3) (mais)

Notebook (Sim) (Não)

(1) (2) (3) (mais)

2- Com que frequência você utiliza seu celular para estudo ou pesquisa?

( ) Sempre ( ) Raramente ( ) Nunca

3- Quantos celulares você já teve?

4- O que são elementos Terras Raras?

5- Quando dizemos que um objeto é fluorescente, o que significa?

6- Qual a diferença entre fosforescência e fluorescência?

## Etapa 2- A imagem da mineração brasileira

**Tempo estimado:** 1 aula (50 minutos)

**Desenvolvimento:** Em grupos, oriente os alunos a escolherem imagens retratando a extração mineral no território brasileiro; tais figuras podem ser impressas e expostas no centro da sala de aula ou projetadas. Em seguida, cada grupo, deve escolher a paisagem que mais lhe chamou a atenção. Após a escolha, peça para o grupo discutir e elaborar um texto, retratando a primeira impressão coletiva sobre a imagem, nesta fase é interessante que todos compartilhem suas impressões para confrontar com o que realmente significa cada paisagem.

### Exemplo de atividade validada

A estratégia da mostra visual pode ser aplicada com a turma em um grande círculo (Figura 2), a fim de expor aos alunos as problemáticas ambientais e relacioná-las à realidade do contexto nacional, destacando as consequências para os indivíduos participantes desta realidade.

**Figura 2:** alunos em círculo para início da atividade



**Fonte:** Própria

A Figura 3 engloba alguns exemplos de imagens que poderão ser disponibilizadas aos alunos: Imagem I - Hidrelétrica de Tucuruí; Imagem II - Desmatamento na Amazônia visto por satélite; Imagem III - Desastre de Mariana- MG; Imagem IV - Mina de ferro no Amazonas; Imagem V - Barragem de rejeitos em Minas Gerais; Imagem VI - Peixes mortos devido ao rio contaminado por rejeitos de mineradoras; Imagem VII – O mineiro durante o trabalho; imagem VIII - Mina de Carajás.

**Figura 3:** Imagens abordadas em sala de aula**Imagem I- Usina hidrelétrica de Tucuruí**

Disponível em: <<https://petronoticias.com.br/archives/59856>>. Acesso em: 10/01/2019.

**Imagem II- Desmatamento na Amazônia**

Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/blogs/salada-verde/em-10-anos-mineracao-causou-9-de-desmatamento-na-amazonia/>>. Acesso em: 10/01/2019.

amazonia/>>. Acesso em: 10/01/2019.

**Imagem III: Desastre de Mariana- MG**

Disponível em: <<https://amitafamitaf.jusbrasil.com.br/noticias/254555887/desastre-em-mariana-foi-acidente-ou-crime-e-precipitado-avaliar-diz-ministro>>. Acesso em: 10/01/2019.

**Imagem IV- Mina de ferro no Amazonas**

Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2012/06/extracao-de-minerio-ameaca-cavernas-e-vegetacao-rara-na-amazonia.html>>. Acesso em: 10/01/2019.

**Imagem V- Barragem de rejeito em MG**

Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/11/interna\\_gerais,706648/em-minas-42-barragens-de-rejeito-nao-tem-garantia-de-estabilidade.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/11/interna_gerais,706648/em-minas-42-barragens-de-rejeito-nao-tem-garantia-de-estabilidade.shtml)>. Acesso em: 10/01/2019.

**Imagem VI- Peixes mortos em rio contaminado**

Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2015/11/mais-de-2-t-de-peixes-mortos-ja-foram-recolhidas-no-rio-doce-diz-ibama.html>>. Acesso em: 10/01/2019.

**Imagem VII- Mineiro durante o trabalho**

Disponível em: <<https://www.gazetacentral.com.br/Materia/sDetalhes.php?Codigo=19156&Titulo=amazonia-brasileira-abriga-453-garimpos-illegais-mostra-estudo>>. Acesso em: 15/01/2019.

**Imagem VIII- Mina de Carajás**

Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Serra\\_dos\\_Carajás#/media/File:Carajás\\_Mine.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Serra_dos_Carajás#/media/File:Carajás_Mine.jpg)>. Acesso em: 15/01/2019.

A sequência de imagens abordada leva em consideração questões envolvendo o impacto ambiental, e suas consequências para a população, a fauna e a flora local, todos os envolvidos diretamente com a extração de minerais, desde a sua implementação até os riscos posteriores, um conjunto de questões sociocientíficas que poderão ser discutidas com os alunos participantes.

### **Etapa 3- Usos, aplicações e implicações das terras raras**

**Tempo estimado:** 1 aula de 50 minutos

**Desenvolvimento:** Em grupos de 3 a 4 alunos, disponibilize a Figura 4, principais usos e aplicações dos elementos terras raras, para discussão e troca de opiniões sobre o tema, com o intuito de incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico e a defesa de seu ponto de vista sobre os aspectos negativos e positivos sobre a utilização dos elementos terras raras, neste caso, a exploração mineral e a vasta utilidade para confecção de diferentes dispositivos, por exemplo, eletroeletrônicos.

Figura 4: Utilidade elementos terras raras

### Mil e uma utilidades na alta tecnologia

Os elementos de terras-raras têm características eletrônicas, ópticas, magnéticas e catalíticas, associadas a leveza, resistência e eficiência energética. Veja onde estão as terras-raras e em que produtos elas são aproveitadas

Nome do elemento	Escândio	Itrio	Lantânio	Cério	Praseodímio	Neodímio	Promécio	Samário
Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	
Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

#### Aspecto de terra, com valor da inovação

O nome terras-raras vem do século 19, quando os elementos foram descobertos. Hoje, já se sabe que eles não são tão raros assim, mais abundantes no planeta que metais como prata, ouro e platina. Diferentemente de outros minerais, como ouro e ferro, aparecem em baixa concentração, espalhados ou misturados com outros elementos, com aparência de terra. A dificuldade está em separá-los — apenas uma pequena porção de cada um pode ser obtida em grande quantidade de minério.



(1) Usa motor elétrico com ímãs de terras-raras (2) Usa alto-falantes com ímãs (3) Usa motor elétrico, ligas metálicas, petróleo refinado e outras aplicações de terras-raras

#### Outras aplicações



Fonte: Senado 2013. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/terras-raras/realidade-brasileira/apesar-de-ter-grandes-reservas-o-brasil-nao-lavra-nem-produz-compostos-de-terras-raras-segundo-estudo-do-centro-de-gestao-e-estudos-energeticos-cgee.aspx>>. Acesso em 13/04/2020.

## Etapa 4- Pesquisa direcionada

**Tempo estimado:** 2 aulas (100 minutos) ou como atividade extraclasse

**Desenvolvimento:** Oriente os alunos a escolherem dois dispositivos que contêm elementos terras raras, aqueles mostrados na aula anterior, como lâmpada, TV, câmera, notebook, dentre outros, para realização de uma pesquisa sobre os elementos envolvidos no processo de fabricação desses equipamentos, além das características químicas e a localização desses elementos no território brasileiro. Após a pesquisa, se preferir, poderá propor aos alunos o acesso ao *Software Tabela Interativa em Português*, para que os discentes comparem as informações da pesquisa com as contidas na Tabela Periódica virtual<sup>10</sup>. Ao clicar em um dos elementos presentes na tabela interativa, informações sobre como é encontrado na natureza, as principais aplicações no cotidiano e a quantidade existente no Universo, no corpo humano, na Crosta terrestre e no Oceano são disponibilizadas aos alunos, conforme exemplo da Figura 5.

**Figura 5:** Exemplo das informações presentes na Tabela virtual



[Versão PDF para imprimir \(tamanho A4\)](#)

**Quanto do elemento lantânio existe no...**

Universo –  $2 \times 10^{-7}\%$  da massa (2 ppb)  
Corpo humano – (sem dados disponíveis)  
Crosta terrestre – 0,0034% da massa (34 ppm)  
Oceano –  $3,4 \times 10^{-10}\%$  da massa (3,4 ppt)

**Onde podemos encontrar o lantânio na natureza?**

- é o 29º elemento mais abundante na crosta terrestre
- apesar de ser dito um elemento terra-rara não é necessariamente de ocorrência rara na natureza
- encontrado em minerais monazitas e bastnasitas

**Quais são as principais aplicações do elemento lantânio no dia a dia e na indústria?**

- em pedras de isqueiro e físcadores para acender fogueira de acampamento
- ligas de lantânio-níquel podem ter aplicação no armazenamento de hidrogênio; com potencial uso em automóveis
- lantânio-203 é usado em vidros especiais
- encontrado em ânodos de baterias tipo níquel metal hidreto
- em lâmpadas de projeção e iluminação; garantem uma luminosidade que imita a luz natural
- La3+ é um marcador biológico para o Ca2+
- lantânio radioativo tem sido testado para radioterapia
- sais de lantânio são usados como catalisadores no refino do petróleo
- em mantas de lâmpadas a gás
- na fabricação de vidros especiais; como em materiais ópticos para telescópios
- adicionado em pequenas quantidades ao aço para aprimorar a maleabilidade, resistência ao impacto e ductilidade
- presente em pequenas quantidades em alguns produtos para piscina que removem fosfatos, impedindo a proliferação de algas

**Fontes:**

- WolframAlpha

*Texto escrito por Prof. Dr. Luís Roberto Brudna Holzle (luisbrudna@gmail.com).*

**Fonte:** HOLZLE, 2017. Disponível em: <<https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-aplicacoes-dos-elementos-quimicos/>>. Acesso em 10 abr. de 2020.

<sup>10</sup> Disponível em: <<https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-aplicacoes-dos-elementos-quimicos/>>

## **Etapa 5- A luz das terras raras: excitação eletrônica**

**Tempo estimado:** 2 aulas (100 minutos)

**Desenvolvimento:** Por meio de uma atividade experimental<sup>11</sup> (vide roteiro), solicite a turma que se organizem para levar água tônica, caneta marca texto e o celular, no qual será feita uma adaptação na lanterna<sup>12</sup>. Após a experimentação, demonstre aos alunos a importância do conhecimento sobre o espectro eletromagnético, conceitos sobre luminescência (fluorescência e fosforescência) e como esse fenômeno acontece nas telas de celular, TV, *tablete* e lâmpadas. Individualmente, peça para que o aluno escreva como foi a sua experiência ao realizar a atividade prática e qual foi o conhecimento adquirido.

### **Atividade prática - Fluorescência**

#### **Roteiro experimental**

Alguns materiais, quando absorvem radiação ultravioleta ou outras formas de radiação, emitem de volta luz visível. Esse fenômeno é chamado de luminescência. Quando a emissão ocorre imediatamente após a incidência da radiação ultravioleta, o fenômeno é chamado de fluorescência; se, por outro lado, a emissão demorar alguns segundos ou até mesmo algumas horas, denomina-se fosforescência. Por exemplo, os interruptores de luz que brilham no escuro baseiam-se na fosforescência.

#### **Materiais**

- 1 caneta azul permanente
- fita adesiva
- celular
- 1 caneta marca texto amarela
- 100 mL de água
- 1 caixa de sapato

---

<sup>11</sup> líquido fluorescente- <http://www.manualdomundo.com.br/2011/08/liquido-fluorescente/>

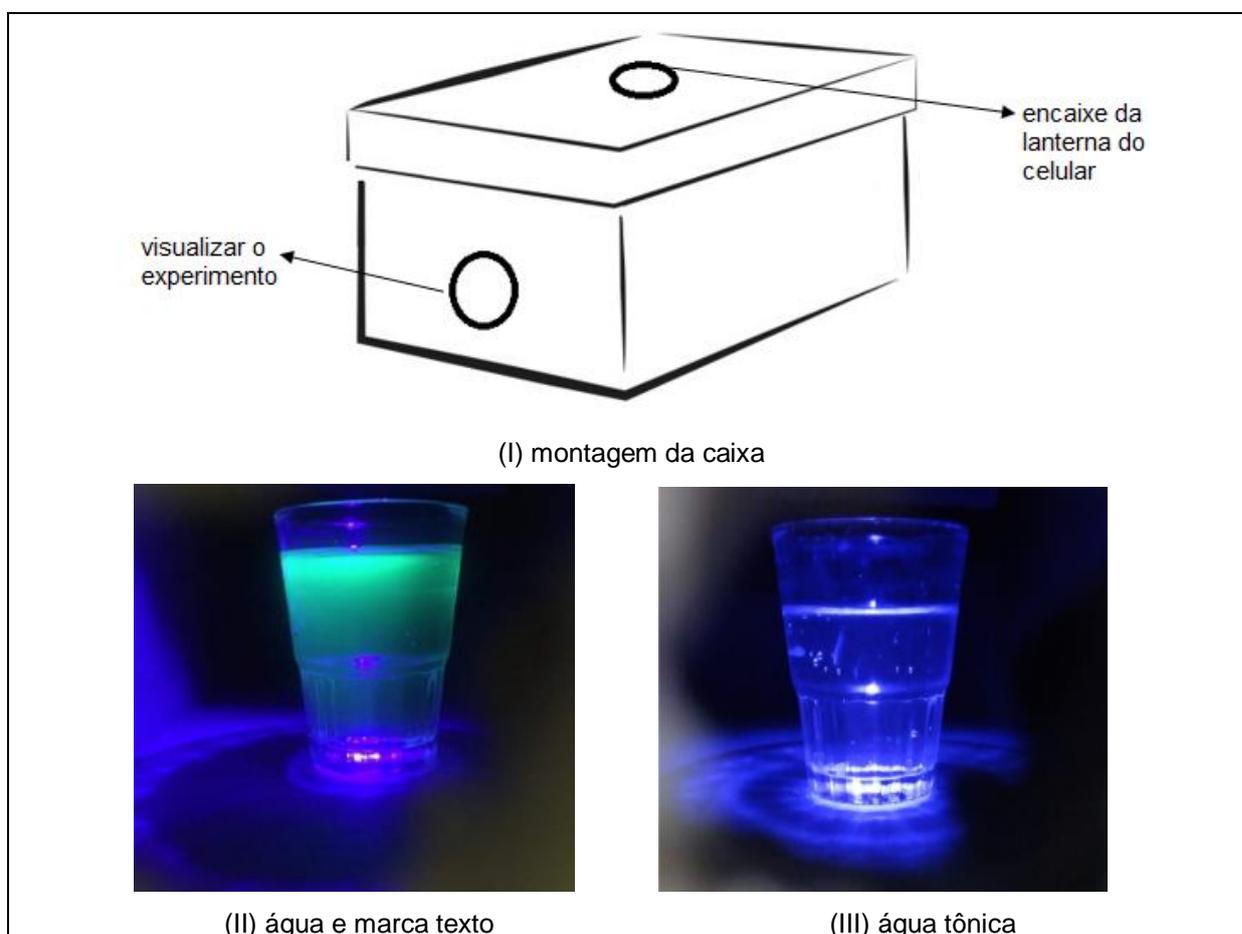
<sup>12</sup> <http://www.manualdomundo.com.br/2015/01/como-fazer-luz-negra-caseira-usando-celular/>

## Procedimentos

- (1) Utilizando a caixa de sapato, faça um furo na tampa (para encaixar a lanterna do celular) e outro furo na parte frontal da caixa para visualizar o líquido que será iluminado dentro da caixa.
- (2) Recorte 5 pedaços pequenos de fita adesiva que serão colados na lanterna do celular. Cole a primeira fita e pinte-a com caneta azul. Cole a segunda fita sobre a primeira e pinte novamente, continue até finalizar a quinta fita.
- (3) Retire a carga da caneta marca texto amarela e dissolva em um copo (béquer) com cerca de 200 mL de água, reserve.
- (4) Coloque a água tônica em outro copo (béquer), reserve.
- (5) Insira dentro da caixa o copo que contém a solução da tinta marca texto. No furo da tampa coloque a lanterna do celular acionada. Observe pelo furo frontal da caixa o líquido iluminado no interior da caixa. Repita o procedimento com o copo que contém a água tônica.

A figura 6 ilustra a montagem da caixa para realização do experimento e a luz emitida das soluções testadas.

**Figura 6:** Exemplo da atividade experimental realizada



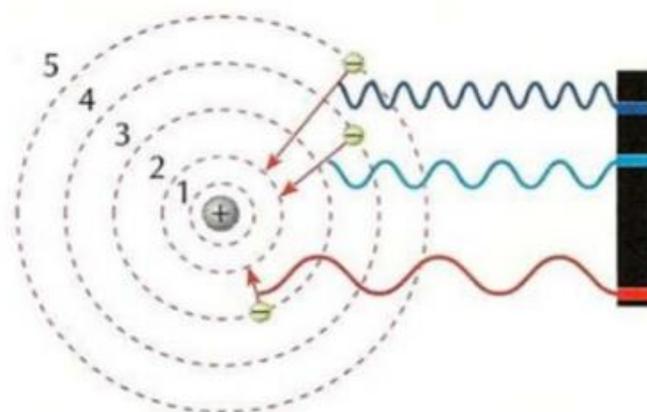
Fonte: própria.

## Explicação

Ao término do experimento sugerimos que o(a) professor(a) discuta com a turma os conceitos científicos envolvidos, tais como: excitação eletrônica; regiões do espectro eletromagnético; luminescência (fluorescência e fosforescência).

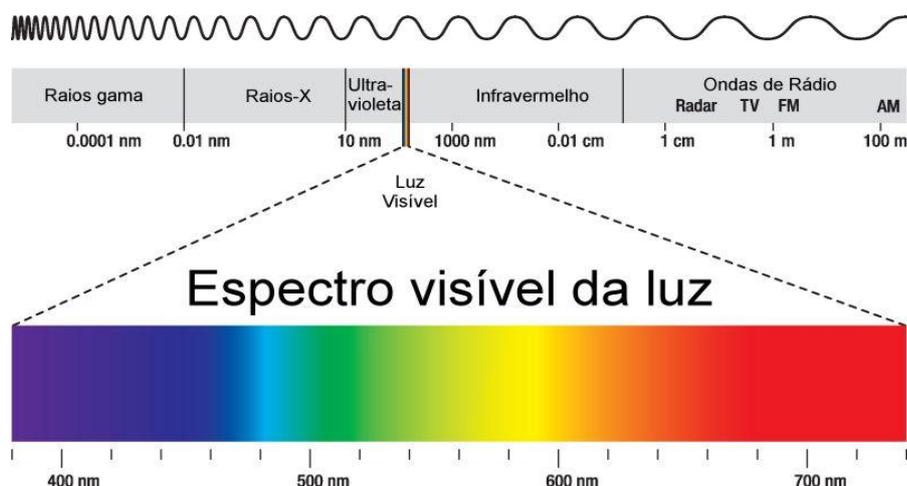
Você pode utilizar o modelo atômico de Bohr (Figura 7) para o entendimento da excitação eletrônica.

**Figura 7:** três dos possíveis saltos quânticos de um elétron no átomo de hidrogênio



**Fonte: Disponível em:** <<https://www.slideshare.net/newtondasilva/aula-4-modelo-atmico-de-bohr>>. Acesso em 24 abr. 2020.

A luz negra consiste em uma radiação ultravioleta combinada com a luz visível de cor violeta. A lanterna do celular emite a luz branca, que nada mais é que a junção das cores visíveis contidas no espectro eletromagnético (Figura 8). Quando utilizamos a cor azul da caneta permanente, ela encobre praticamente todas as cores visíveis e deixa passar pela fita adesiva uma pequena parte da luz visível violeta e a luz invisível ultravioleta. Quando a luz da lanterna adaptada é incidida na solução, há a absorção da radiação UV e emissão da radiação em outro comprimento de onda, na região visível, detectada pelo olho humano.

**Figura 8:** Espectro eletromagnético

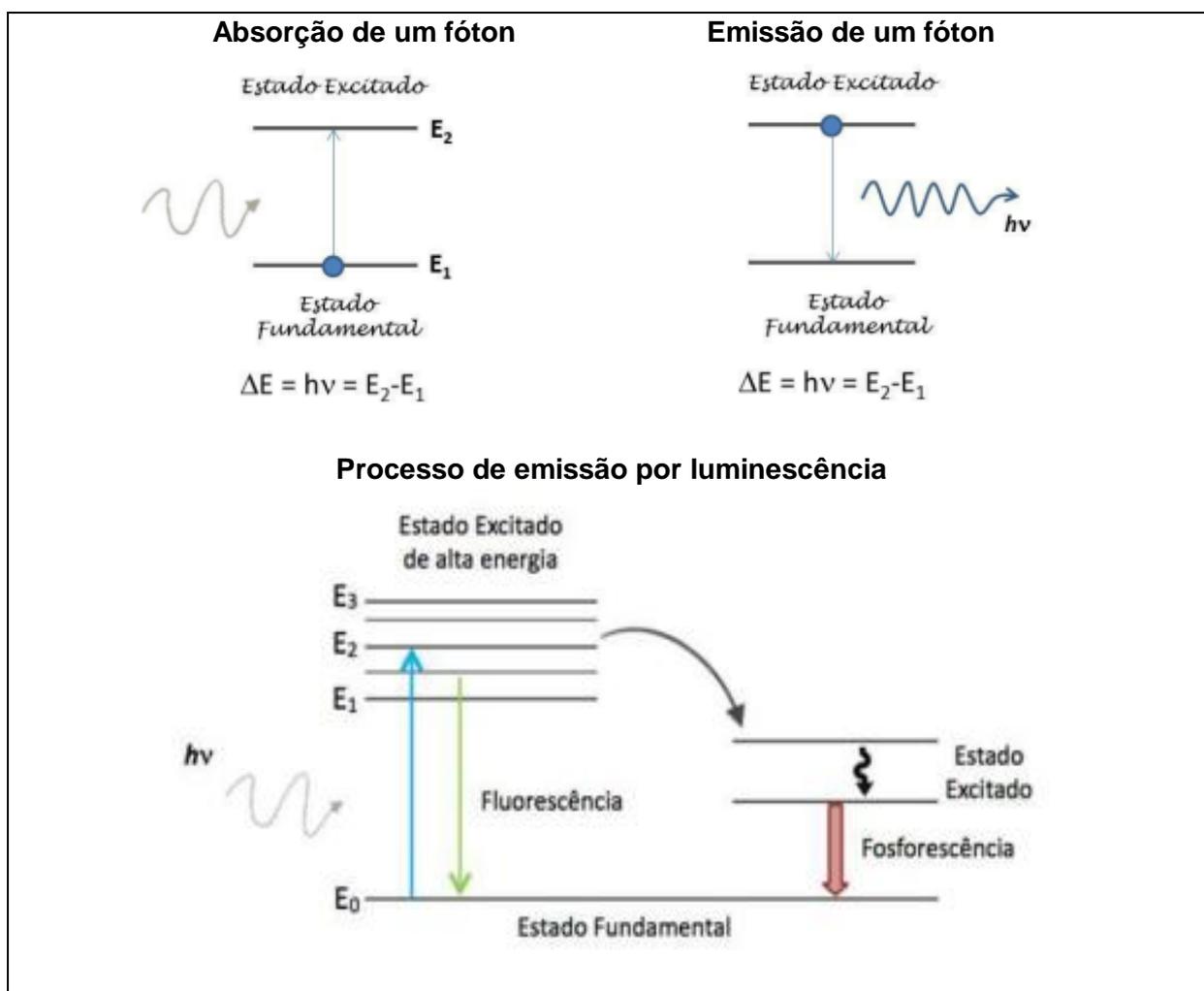
**Fonte:** CARVALHO, 2006. Disponível em: <Shutterstock.com>. Acesso em: 24 abr. 2020.

O fenômeno observado nas duas soluções é o da fluorescência, um tipo de luminescência. Você pode atingir os mesmos resultados utilizando outros materiais para o experimento, como por exemplo, o sabão em pó. Para demonstrar a fosforescência você pode utilizar enfeites que brilham no escuro como pulseiras de neon ou mesmo usar interruptores de luz.

A luminescência é utilizada para caracterizar os diferentes tipos de emissões de luz não incandescentes (sem calor), como a fluorescência, a fosforescência, a quimiluminescência e a bioluminescência, por exemplo. Devido à transição eletrônica, é capaz de emitir luz entre 400 e 700 nm (região visível do espectro eletromagnético).

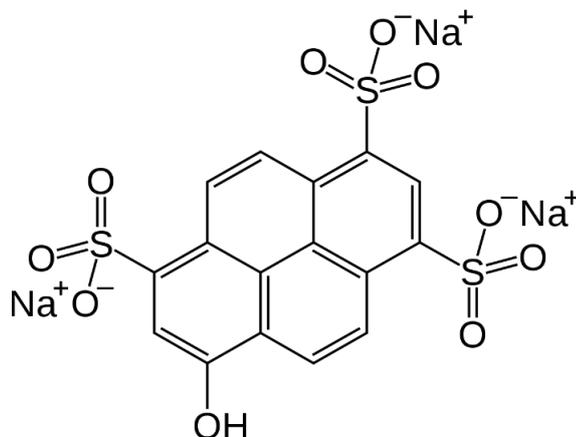
Este experimento tem o intuito apresentar aos alunos conceitos referentes aos processos de emissão de luz do tipo fluorescência e fosforescência, mas não impede o aprofundamento, durante as suas aulas, dos outros tipos de emissões. A experimentação prioriza a fluorescência por ser característica de alguns elementos TR, como o íon  $Tb^{+3}$ , utilizado na fabricação de lasers e lume de relógios e o  $Eu^{+3}$  para ativar a cor verde em televisores coloridos. Quando falamos de excitação eletrônica (Figura 9), na fluorescência, ocorre a emissão do fóton e a espécie excitada retorna ao estado fundamental, já na fosforescência, a espécie excitada sofre um decaimento para um nível intermediário de energia e ao retornar para o fundamental emite luz (SERRA; LIMA; FILHO, 2015).

**Figura 9:** Transição eletrônica com absorção e emissão e a emissão por luminescência.



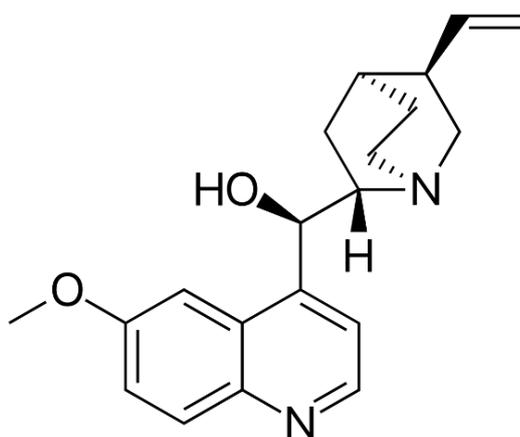
**Fonte:** Adaptado de SERRA; LIMA; FILHO, 2015

Na solução contendo marca texto e água, foi utilizado marca texto amarelo, nele contém uma substância chamada piranina (8 hidroxipireno- 1,3,6- trissulfonato de trissódio), estrutura representada na figura 10. Essa substância é um corante fluorescente que sob a luz comum apresenta coloração amarelada e quando submetido à luz ultravioleta, emite cor esverdeada.

**Figura 10:** Estrutura da Piranina

**Fonte:** Disponível em: <<https://it.wikipedia.org/wiki/Piranina#/media/File:Pyranine.svg>> Acesso em 26 abr. 2020.

Na outra solução, a água tônica contém um composto fluorescente, chamado de sulfato de quinina ou simplesmente quinino, que confere à bebida o sabor amargo e a cor azul, quando submetida à luz negra. A molécula do quinino está representada na figura 11.

**Figura 11:** Estrutura do quinino

**Fonte:** Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Quinina#/media/Ficheiro:Quinine.png>>. Acesso em 26 abr. 2020.

Alguns compostos de TR possuem propriedades luminescentes, isso ocorre devido às transições eletrônicas entre orbitais f desses elementos, gerando cores específicas em dispositivos luminescentes, característica esta que conferem a esses elementos extensa aplicação, como em displays emissores e lâmpadas fluorescentes. Por exemplo: vanadato de ítrio dopado com európio(III) emite luz vermelha,

compostos contendo o íon térbio(III) são emissores verdes e fosfatos de estrôncio dopados com  $\text{Eu}^{2+}$  são emissores azuis (FILHO *et al.*, 2019)

O sistema baseado nas três cores primárias (vermelho, verde e azul), conhecido como RGB (red, green, blue) é utilizado para a reprodução de imagens coloridas em praticamente todas as telas (computadores, celulares e televisores) que são constituídas por LEDs. O sistema RGB é constituído pelos íons TR que emitem as cores puras vermelho, verde e azul, que quando combinadas reproduzem todas as outras cores.

As transições responsáveis por essas cores são:

$\text{Eu}^{3+} \Rightarrow$  emissão em 611 nm (vermelha);

$\text{Tb}^{3+} \Rightarrow$  emissão em 550 nm (verde)

$\text{Eu}^{2+} \Rightarrow$  emissão em 450 nm (azul).

Visto a crescente utilização pela sociedade, é importante mediar discussões em sala de aula acerca desses elementos, destacando os pontos positivos e negativos relacionados à exploração mineral e ao uso e descarte desses dispositivos, pois grande parte da população consome aparatos eletroeletrônicos sem preocupar-se de onde vêm os materiais utilizados na sua fabricação e também o destino desses equipamentos quando descartados. Vale destacar, durante a sua aula, a extração mineral para obtenção desses elementos, a qual gera impactos econômicos, ambientais e sociais, além da importância do descarte correto dos aparatos eletroeletrônicos.

Segundo Martins (2002, p. 37) o ensino com enfoque CTS tem “a importância do ensinar a resolver problemas, a confrontar pontos de vista, a analisar criticamente argumentos, a discutir os limites de validade de conclusões alcançadas, a saber, formular novas questões”.

Caso queira ampliar a discussão, pode ser explicado em aula o funcionamento de cada tipo de lâmpada e o seu rendimento, conforme ilustração da Figura 12.

**Figura 12:** Diferentes lâmpadas e suas características de consumo


	Incandescentes	Halógenas	Fluorescentes (CFLs)	LEDs
<b>Consumo</b>	Alto	Alto	Baixo	<b>Baixíssimo</b>
<b>Vida útil (horas)</b>	1.000	2.000	6.000	<b>25.000</b>
<b>Eficiência luminosa</b>	1600	100 w	75 w	20 w
Quantidade de luz que a lâmpada produz por segundo, em lumens.	1100	75 w	55 w	15 w
	800	60 w	45 w	12 w
	450	40 w	30 w	8 w
	210	25 w	19 w	5 w

**Fonte:** Disponível em: <<https://www.retecjr.com/single-post/2017/12/06/A-fici%C3%A2ncia-dos-diferentes-tipos-de-l%C3%A2mpadas-e-quanto-cada-uma-impacta-na-conta-de-energia>>. Acesso em 17 de jun de 2018.

**Para saber mais sobre luminescência e experimentação, sugerimos a leitura do artigo:**

1- “Fluorescência e estrutura atômica: Experimentos simples para abordar o tema”, das autoras Ana Luiza Petillo Nery e Carmen Fernandez. Publicado na Revista Química nova na escola. n. 19, maio 2004.

Disponível no link: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/19-a12.pdf>

2- “Luz e as Terras Raras”, dos autores Serra, O. A.;\* Lima, J. F.; de Sousa Filho, P. C. Publicado na Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (1), 242-264. Data de publicação na Web: 28 de outubro de 2014.

Disponível no link: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v7n1a12.pdf>

## Etapa 6 - Resíduo eletrônico

**Tempo estimado:** 3 aulas (150 minutos)

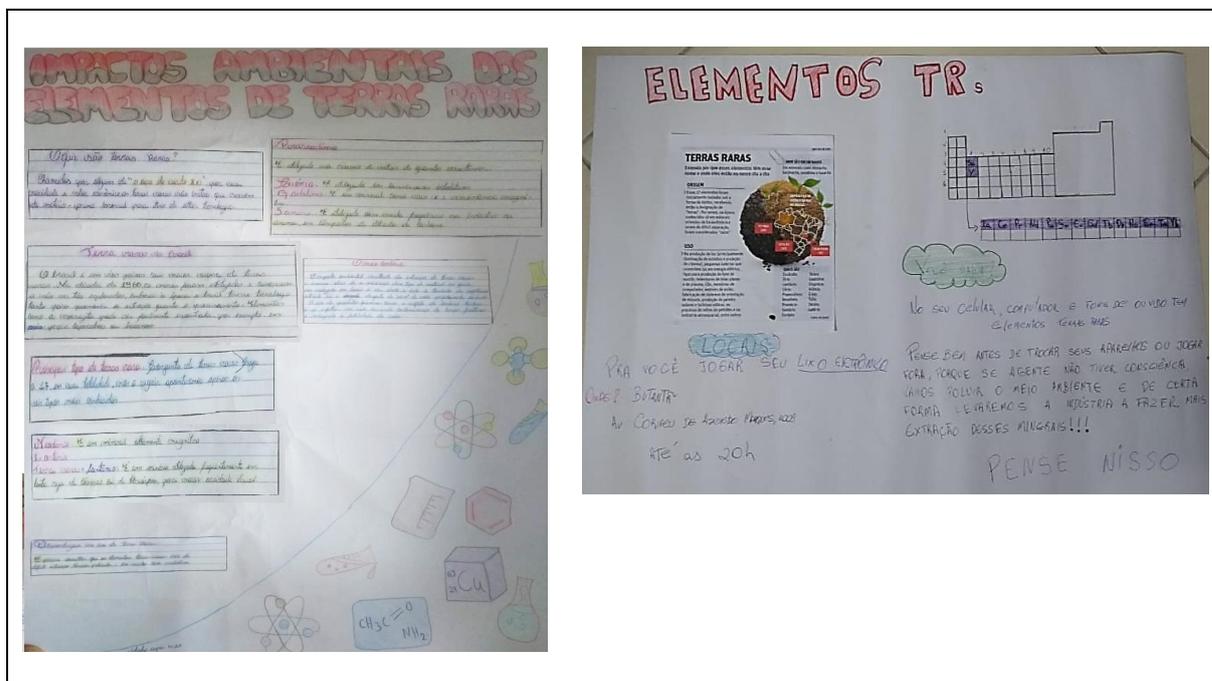
**Desenvolvimento:** Você precisará de equipamentos áudio visuais, como computador, projetor e caixa de som para exibir o vídeo da Rede Amazon Sat<sup>13</sup> sobre: “a importância do descarte correto do resíduo eletrônico”, trata-se de uma reportagem jornalística sobre os impactos causados ao meio ambiente e à sociedade devido ao descarte incorreto de resíduos eletrônicos e a importância de sua destinação

<sup>13</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=F8f8Di3O8ic>

adequada. Após o vídeo, faça uma discussão com a turma, estimulando o pensamento crítico sobre o consumo exagerado de eletroeletrônicos, você pode utilizar os resultados do questionário inicial para demonstrar a influência da mídia e a importância da responsabilidade ambiental.

Você também poderá mediar a construção de um mural com as informações que os alunos consideraram mais importantes da SD, os quais devem se relacionar aos aspectos positivos e negativos da utilização dos elementos TR. Este mural poderá ser exposto à comunidade escolar. A seguir, alguns exemplos de cartazes construídos pelos alunos durante a sequência validada (Figura 13).

Figura 13: Exemplos de Cartazes



Fonte: Própria

**Considerações Finais**

A SD deste Produto Educacional, elaborada com base nos pressupostos da abordagem CTS, procura contribuir para o entendimento da importância de tratar conceitos químicos pertinentes à realidade do aluno, visto que a articulação Ciência-Tecnologia- Sociedade objetiva a alfabetização científica e tecnológica para exercer a cidadania (SANTOS e SCHNETZLER, 2014), a fim de desenvolver nos alunos, a capacidade da leitura de mundo para transformá-lo, utilizando a ciência para melhorar a vida no planeta (CHASSOT, 2003).

Por isso, é essencial como docente, buscar nas inter-relações CTS a reflexão sobre a prática desenvolvida em sala de aula, as formas de ação, o processo e seus resultados, destacando que ensinar não é simplesmente transmitir aos alunos aquilo que sabemos, mas sim compartilhar saberes a fim de informar e formar para a cidadania.

Esperamos que essa intervenção auxilie em suas aulas de Química, aperfeiçoando suas estratégias didáticas e instiguem a criação de novos trabalhos no âmbito CTS. Destacamos que, como uma proposta relacionada à mineração, aborda conteúdos significativos, não apenas conceituais, mas viabiliza discussões com os discentes sobre questões como a preservação ambiental, além das tomadas de decisões conscientes quanto ao descarte e a utilização de materiais eletroeletrônicos.

Como uma proposta, a sequência poderá ser aperfeiçoada ou adaptada de acordo com a sua realidade escolar, de modo que seus alunos sejam motivados a aprender química e a refletirem sobre questões éticas, políticas, culturais, econômicas e ambientais, pois a aprendizagem de ciência contribui para formação do indivíduo, para que ele possa atuar como cidadão e seja capaz de construir seus próprios conhecimentos.

### Referências

- AULER, D; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto Brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**: Lei nº 9.394/96 – 24 de dez. 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. ed. 7. Brasília, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC 2ª versão**. Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. 2000. Acesso em 06 de junho 2018.
- CABRAL, W. F. **Os lantanídeos e o ensino médio: uma proposta**. 2014 (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto de Química da Universidade de Brasília. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/8081/1/2014\\_WanessaFelixCabral.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/8081/1/2014_WanessaFelixCabral.pdf)>. Acesso em 10 fev. 2019.
- FILHO, P. C. S.; SERRA, O. A. **Terras Raras no Brasil: histórico, produção e perspectivas**. *Quim. Nova*, v. 37, n. 4, 753-760, 2014.
- FILHO, P. S.; GALAÇO, A. R. B.S.; e SERRA, O. A. Terras Raras: Tabela Periódica, descobrimento, exploração no Brasil e aplicações. **Quim. Nova**, v. 42, n. 10, 1208-1224, 2019.
- LAPIDO-LOUREIRO, F. E. **O Brasil e a reglobalização da indústria das terras raras**. CETEM / MCTI. Rio de Janeiro, 2013. 216 p. Disponível em: <[cetem.gov.br](http://cetem.gov.br)>. Acesso em: 20 agosto 2018.
- MAROQUIO, V. S.; PAIVA, M. A. V.; FONSECA, C. O. Sequências didáticas como recurso pedagógico na formação continuada de professores. **X Encontro Capixaba de Educação Matemática**. Vitória – ES, Ifes & Ufes, 23 a 25 de julho de 2015.
- MARTINS, I. P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, 28-39.2002.

MARTINS, C.; LIMA, P. C. R.; TEIXEIRA, L. S.; TEIXEIRA, M. P.; FILHO, A. P. Q. **Minerais estratégicos e terras-raras**. Brasília: Câmara dos Deputados, edições câmara, 2014.

MIRANDA JUNIOR, Pedro. **Síntese, caracterização e estudo termoanalítico de picratos de lantanídeos hidratados, dos ligantes 1,3-ditiano-1-óxido (DTSO), cis-1,3-ditiano-1,3-dióxido (cis-DTSO<sub>2</sub>) e trans-1,3-ditiano-1,3-dióxido (trans-DTSO<sub>2</sub>) e de seus compostos de adição**. 2000. Tese (Doutorado em Química Inorgânica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. doi:10.11606/T.46.2019.tde-07062019-093709. Acesso em: 17 mar 2020.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Waste crime: waste risks gaps in meeting the global waste challenge. 2015. **Executive Summary**. UNEP. Disponível em: <<https://www.grida.no/publications/166>>. Acesso em: 19 agosto 2018.

ROCIO; SILVA; CARVALHO; CARDOSO. **Terras-raras: situação atual e perspectivas**. Biblioteca digital BNDES Setorial 35, p. 369 – 420. 2012. Disponível em: < [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1527/1/A%20set.35\\_Terras-raras%20situa%C3%A7%C3%A3o%20atual%20e%20perspectivas\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1527/1/A%20set.35_Terras-raras%20situa%C3%A7%C3%A3o%20atual%20e%20perspectivas_P.pdf)>. Acesso em: 22 de janeiro de 2020.

SANTOS, W. L. P. dos e SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí, Editora da Unijuí, 2014. 159 p.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. “Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira”. **Ensaio**. v. 02, n. 2, pág. 1-23. 2002.

SENADO. **Revista de audiências públicas do Senado Federal**. Ano 4, n. 17, setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/terras-raras/realidade-brasileira/apesar-de-ter-grandes-reservas-o-brasil-nao-lavra-nem-produz-compostos-de-terras-raras-segundo-estudo-do-centro-de-gestao-e-estudos-energeticos-cgee.aspx>>. Acesso em 02/12/2017.

SERRA, O. A.; LIMA, J. F.; FILHO, P. C. s. Luz e as Terras Raras. *Rev. Virtual Quim.*, 2015, 7 (1), 242-264

**ANEXOS**

## Anexo 1 - Utilidade dos elementos terras raras

### Mil e uma utilidades na alta tecnologia

Os elementos de terras-raras têm características eletrônicas, ópticas, magnéticas e catalíticas, associadas a leveza, resistência e eficiência energética. Veja onde estão as terras-raras e em que produtos elas são aproveitadas

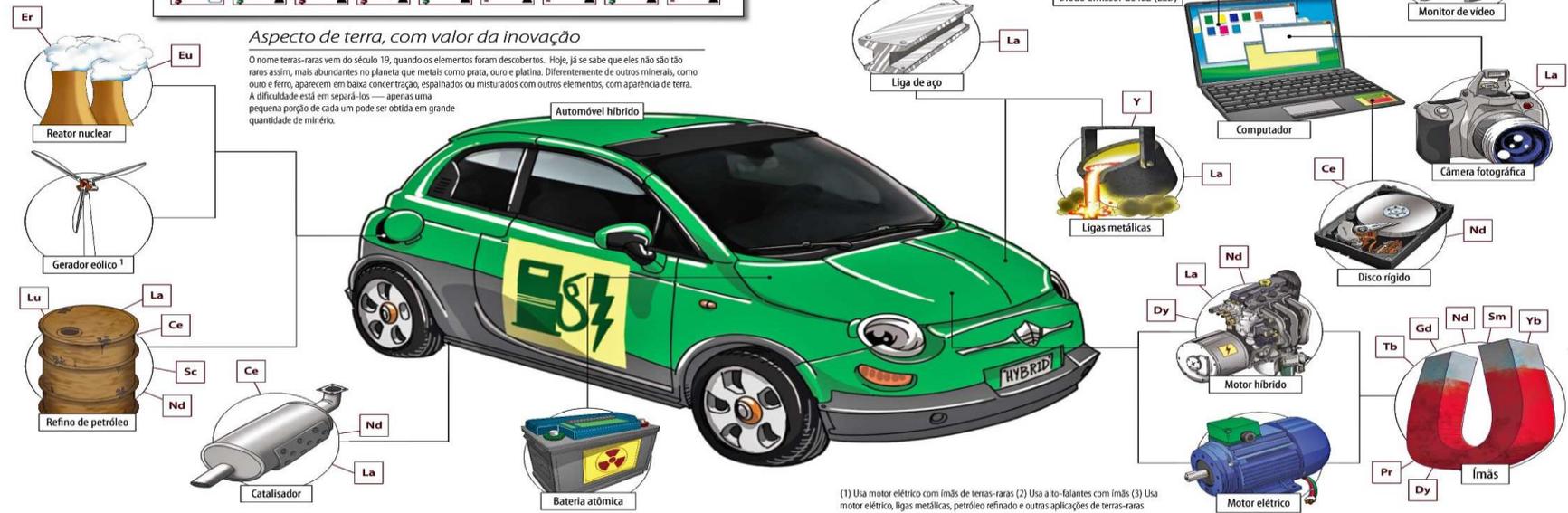
Nome do elemento	X	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm
Símbolo na tabela periódica	X	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm
Crítico: \$; ou Não crítico: S	X	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm
Pesado: ▲; ou Leve: ▼	X	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm

Európio	Gadolínio	Térbio	Disprósio	Hólmio	Érbio	Túlio	Ítrio	Lúteo
Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

#### Aspecto de terra, com valor da inovação

O nome terras-raras vem do século 19, quando os elementos foram descobertos. Hoje, já se sabe que eles não são tão raros assim, mais abundantes no planeta que metais como prata, ouro e platina. Diferentemente de outros minerais, como ouro e ferro, aparecem em baixa concentração, espalhados ou misturados com outros elementos, com aparência de terra. A dificuldade está em separá-los — apenas uma pequena porção de cada um pode ser obtida em grande quantidade de minério.



(1) Usa motor elétrico com ímãs de terras-raras (2) Usa alto-falantes com ímãs (3) Usa motor elétrico, ligas metálicas, petróleo refinado e outras aplicações de terras-raras

#### Outras aplicações



Fonte: Senado, 2013. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/terras-raras/realidade-brasileira/apesar-de-ter-grandes-reservas-o-brasil-nao-lavra-nem-produz-compostos-de-terras-raras-segundo-estudo-do-centro-de-gestao-e-estudos-energeticos-cgee.aspx>>. Acesso em 02/09/2018.

## Anexo 2 - Tabela Periódica

# Tabela periódica

1																	18
1 <b>H</b> hidrogênio 1,008																	2 <b>He</b> hélio 4,0026
3 <b>Li</b> lítio 6,94	4 <b>Be</b> berílio 9,0122																
11 <b>Na</b> sódio 22,990	12 <b>Mg</b> magnésio 24,305																
19 <b>K</b> potássio 39,098	20 <b>Ca</b> cálcio 40,078(4)	21 <b>Sc</b> escândio 44,956	22 <b>Ti</b> titânio 47,867	23 <b>V</b> vanádio 50,942	24 <b>Cr</b> cromômio 51,996	25 <b>Mn</b> manganês 54,938	26 <b>Fe</b> ferro 55,845(2)	27 <b>Co</b> cobalto 58,933	28 <b>Ni</b> níquel 58,693	29 <b>Cu</b> cobre 63,546(3)	30 <b>Zn</b> zinco 65,38(2)	31 <b>Ga</b> gálio 69,723	32 <b>Ge</b> germânio 72,630(8)	33 <b>As</b> arsênio 74,922	34 <b>Se</b> selênio 78,971(8)	35 <b>Br</b> bromo 79,904	36 <b>Kr</b> criptônio 83,798(2)
37 <b>Rb</b> rubídio 85,468	38 <b>Sr</b> estrôncio 87,62	39 <b>Y</b> ítrio 88,906	40 <b>Zr</b> zircônio 91,224(2)	41 <b>Nb</b> nióbio 92,906	42 <b>Mo</b> molibdênio 95,95	43 <b>Tc</b> tecnécio [98]	44 <b>Ru</b> rutênio 101,07(2)	45 <b>Rh</b> ródio 102,91	46 <b>Pd</b> paládio 106,42	47 <b>Ag</b> prata 107,87	48 <b>Cd</b> cádmio 112,41	49 <b>In</b> índio 114,82	50 <b>Sn</b> estanho 118,71	51 <b>Sb</b> antimônio 121,76	52 <b>Te</b> telúrio 127,60(3)	53 <b>I</b> iodo 126,90	54 <b>Xe</b> xenônio 131,29
55 <b>Cs</b> césio 132,91	56 <b>Ba</b> bário 137,33	57 a 71	72 <b>Hf</b> háfnio 178,49(2)	73 <b>Ta</b> tântalo 180,95	74 <b>W</b> tungstênio 183,84	75 <b>Re</b> rênio 186,21	76 <b>Os</b> ósio 190,23(3)	77 <b>Ir</b> íridio 192,22	78 <b>Pt</b> platina 195,08	79 <b>Au</b> ouro 196,97	80 <b>Hg</b> mercúrio 200,59	81 <b>Tl</b> talho 204,38	82 <b>Pb</b> chumbo 207,2	83 <b>Bi</b> bismuto 208,98	84 <b>Po</b> polônio [209]	85 <b>At</b> astato [210]	86 <b>Rn</b> radônio [222]
87 <b>Fr</b> frâncio [223]	88 <b>Ra</b> rádio [226]	89 a 103	104 <b>Rf</b> rutherfordio [267]	105 <b>Db</b> dúbnio [268]	106 <b>Sg</b> seabórgio [269]	107 <b>Bh</b> bóhrio [270]	108 <b>Hs</b> hásio [269]	109 <b>Mt</b> meitnério [278]	110 <b>Ds</b> darmatádio [281]	111 <b>Rg</b> roentgenio [261]	112 <b>Cn</b> copernício [285]	113 <b>Nh</b> nihônio [286]	114 <b>Fl</b> fleróvio [289]	115 <b>Mc</b> moscóvio [288]	116 <b>Lv</b> livermório [293]	117 <b>Ts</b> tennesso [294]	118 <b>Og</b> oganessônio [294]
57 <b>La</b> lantânio 138,91	58 <b>Ce</b> cério 140,12	59 <b>Pr</b> praseodímio 140,91	60 <b>Nd</b> neodímio 144,24	61 <b>Pm</b> promécio [145]	62 <b>Sm</b> samário 150,36(2)	63 <b>Eu</b> europio 151,96	64 <b>Gd</b> gadolínio 157,25(3)	65 <b>Tb</b> térbio 158,93	66 <b>Dy</b> disprósio 162,50	67 <b>Ho</b> hólmio 164,93	68 <b>Er</b> érbio 167,26	69 <b>Tm</b> túlio 168,93	70 <b>Yb</b> itérbio 173,05	71 <b>Lu</b> lutécio 174,97			
89 <b>Ac</b> actínio [227]	90 <b>Th</b> tório 232,04	91 <b>Pa</b> protactínio 231,04	92 <b>U</b> urânio 238,03	93 <b>Np</b> neptunio [237]	94 <b>Pu</b> plutônio [244]	95 <b>Am</b> amerício [243]	96 <b>Cm</b> cúrio [247]	97 <b>Bk</b> berquílio [247]	98 <b>Cf</b> califórnio [251]	99 <b>Es</b> einstênio [252]	100 <b>Fm</b> fêrmio [257]	101 <b>Md</b> mendelívio [258]	102 <b>No</b> nobólio [259]	103 <b>Lr</b> laurêncio [262]			

3	—	número atômico
Li	—	símbolo químico
lítio	—	nome
6,94	—	peso atômico (massa atômica relativa ou número de massa do isótopo mais estável)

www.tabelaperiodica.org

Licença de uso Creative Commons BY-NC-SA 4.0 - Use somente para fins educacionais

Caso encontre algum erro favor avisar pelo mail luizbrudna@gmail.com

Versão IUPAC/SBQ (pt-br) com 5 algarismos significativos, baseada em DOI:10.1515/pao-2015-0305 - atualizada em 23 de maio de 2018

## Anexo 3 - Notícia sobre a extração de Monazita

# Pioneirismo e descaso

O Brasil foi pioneiro na fabricação de terras-raras, na segunda metade da década de 1940, com a Usina Santo Amaro, na capital paulista, mantida pela empresa Indústrias Químicas Reunidas S.A., a Orquima. A matéria-prima era a monazita, extraída das areias da Praia de Buena, no município de São Francisco de Itabapoana (RJ), e produzida na Usina de Praia pela Sociedade Comercial de Minérios Ltda. (Sulba).

Em 1962, o governo federal estatizou a Sulba e a parte da Orquima dedicada ao tratamento químico da monazita. Isso porque esse minério possui também urânio e tório, elementos radioativos cuja exploração passou a ser monopólio da União. A produção ficou a cargo, então, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen). Em 1966, as demais unidades da Orquima também foram estatizadas.

Para o engenheiro químico Simon Rosental, no estudo *Terras-Raras*, publicado pelo Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), do MCTI, a implantação e a operação do tratamento químico da monazita "se deram dentro dos melhores padrões tecnológicos, em nível mundial, com a fabricação de produtos de alta qualidade e grande ênfase na área de pesquisa e desenvolvimento, apresentando resultados práticos importantes, com a colocação no mercado de novos produtos".

Em 1989, a Usina de Interlagos, na capital paulista, começou a separar com solventes os elementos terras-raras em duas fases (leve e pesada). Já na Usina Santo Amaro, uma unidade passou a obter hidróxidos e óxidos de cério, bem como solução de cloreto de lantânio, etapas necessárias para chegar aos elementos puros, prontos para utilização industrial.

### Cério e lantânio

Em 1992, a Indústrias Nucleares do Brasil (INB), em conjunto com o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), começou a produzir óxidos individuais de terras-raras com graus de pureza superiores a 99%, em Buena, no município de São Francisco de Itabapoana, já que as demais atividades em São Paulo, inclusive a exploração do mineral, foram encerradas na mesma época.

Após essa experiência, uma unidade industrial de processamento de monazita, produção de hidróxido de cério e cloreto de lantânio foi montada em 1997, na unidade da INB de Caldas (MG). A licença para operação experimental, porém, só foi obtida em 2004. Mas, após uma avaliação econômica, a INB decidiu encerrar as atividades de produção dos compostos, obtidos na China por preços muito baixos.

No entanto, a produção de monazita não foi interrompida. De 2009 a 2011, a INB produziu,



Prefeito de São Francisco de Itabapoana (RJ), Pedro Chereze, teme fim das operações da INB no município

na mina de Buena Sul, uma média de 280 toneladas de monazita, que são incorporadas ao estoque da empresa e comercializadas para a China, com base em contrato firmado em 2009. Com aval da Comissão Nacional de Energia Nuclear, em 2011, a INB exportou 1,5 mil toneladas de monazita para a China. Em 2012, porém, a usina suspendeu a extração de monazita.

Sem outras áreas, a indústria ainda pode operar por mais oito anos na cidade, pois há 7 mil toneladas de monazita estocadas. As atividades, porém, não envolvem a exploração de terras-raras na monazita do local, mas ilmenita, zirconita e rutilo, que são comercializados e completam o conjunto dos quatro minerais pesados da areia da jazida.

O possível fechamento da unidade da INB em Buena preocupa o prefeito de São Francisco de Itabapoana, Pedro Jorge Chereze Júnior, por tratar-se da única indústria da cidade. O encerramento da operação vai desempregar muita gente e diminuir a renda local. "Pedi que técnicos da INB façam o levantamento de áreas com monazita a serem exploradas no município. O trabalho começou em junho e os relatórios serão conhecidos em breve", afirmou.



Praia de Buena (RJ) foi, durante anos, fonte das areias de onde se extraiu monazita para produção de terras-raras

**Fonte:** Senado, 2013. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/terras-raras/realidade-brasileira/apesar-de-ter-grandes-reservas-o-brasil-nao-lavra-nem-produz-compostos-de-terras-raras-segundo-estudo-do-centro-de-gestao-e-estudos-energeticos-cgee.aspx>>. Acesso em 02/07/2018.

## Anexo 4 - Tabela Periódica interativa

H Hidrogênio Sol e Estrelas																	He Hélio Bóias						
Li Lítio Baterias	Be Berílio Esmeraldas																	B Boro Equipamentos Esportivos	C Carbono Sacarina, madeira de látex	N Nitrogênio Proteínas	O Oxigênio Ar	F Flúor Creme dental	Ne Neônio Fusos de Propaganda
Na Sódio Sal	Mg Magnésio Clorofila																	Al Alumínio Aviões	Si Silício Pedra, Areia, e Silo	P Fósforo Ossos	S Enxofre Ovos	Cl Cloro Flocos	Ar Argônio Lâmpadas
K Potássio Frutas e Vegetais	Ca Cálcio Conchas e Ossos	Sc Escândio Bicicletas	Ti Titânio Aerospaço	V Vanádio Molas	Cr Cromo Aço Inoxidável	Mn Manganês Escadarias	Fe Ferro Estruturas de Aço	Co Cobalto Ímãs	Ni Níquel Moedas	Cu Cobre Fios Elétricos	Zn Zinco Instrumentos de Sopro	Ga Gálio Dados Eletrônicos de Luz (LEDs)	Ge Germânio Semicondutores	As Arsênio Venenos	Se Selênio Copiadoras	Br Bromo Filmes Fotográficos	Kr Criptônio Luzes						
Rb Rubídio Navegação Global	Sr Estrôncio Fogos de Artifício	Y Ítrio Luzes	Zr Zircônio Tubulação Química	Nb Nióbio Trens Maglev	Mo Molibdênio Ferramentas de Corte	Tc Tecnécio Diagnósticos Radioativos	Ru Ródio Interruptores Elétricos	Rh Ródio Baterias de Celulares	Pd Paládio Controle de Poluição	Ag Prata Jóias	Cd Cádmio Tintas	In Índio Telas de cristal líquido (LCDs)	Sn Estanho Latas de Alimentos	Sb Antimônio Baterias de Carros	Te Telúrio Refrigeradores Termoelétricos	I Iodo Desinfetante	Xe Xenônio Lâmpadas de Alta Intensidade						
Cs Césio Relógios Atômicos	Ba Bário Diagnósticos de Raio-X	Hf Háfnio Submarinos Nucleares	Ta Tântalo Celulares	W Tungstênio Fibras de Lâmpadas	Re Rênio Motores de Foguetes	Os Ósmio Canetas Tinteiras	Ir Irídio Velas de Espinha	Pt Platina Laboratório	Au Ouro Jóias	Hg Mercúrio Termômetros	Tl Tlúcio Termômetros de Alta Temperatura	Pb Chumbo Pesos	Bi Bismuto Eletroímãs de Indução	Po Polônio Escovas Antistáticas	At Astatina Medicina Radioativa	Rn Radônio Engenharia Genética							
Pf Prócio Armas de Alta Energia de Laser	Ra Rádio Releves Luminosos	Rf Rutherfordio 104	Db Dúbnio 105	Sg Seabúrgio 106	Bh Bório 107	Hs Hássio 108	Mt Meitnério 109	Ds Darmatídio 110	Rg Roentgenio 111	Cn Copernício 112	Nh Nhênio 113	Fl Flúvio 114	Mc Moscovio 115	Lv Livermório 116	Ts Tenessó 117	Og Oganessônio 118							
La Lantânio Lentes de Telescópio	Ce Cério Pedras de Papelaria	Pr Praseodímio Óculos de Sol	Nd Neodímio Motores de carros elétricos	Pm Promécio Máquinas Luminosas	Sm Samário Motores elétricos	Eu Európio Televisores em cores	Gd Gadolínio Diagnóstico MRI	Tb Térbio Lâmpadas fluorescentes	Dy Disprósio Máquinas de alto desempenho	Ho Hólio Cirurgia a Laser	Er Érbio Comunicação por fibra óptica	Tm Tmúlio Cirurgia	Yb Ítrio Lentes Científicas	Lu Lutécio Medicina Radioativa									
Ac Actínio Medicina Radioativa	Th Tório Motores de Lâmpada e gás	Pa Protactínio Resíduos Radioativos	U Urânio Energia Nuclear	Np Neptúlio Resíduos Radioativos	Pu Plutônio Armas Nucleares	Am Amélio Defletores de Fumaça	Cm Cúrio Analisadores de Minerais	Bk Berquélio Resíduos Radioativos	Cf Califórnio Analisadores de Minerais	Es Esmetônio 99	Fm Fermio 100	Md Mendelévio 101	Nv Nobélio 102	Lr Lawrêncio 103									

Fonte: Holze, 2017. Disponível em: <<https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-com-aplicacoes-dos-elementos-quimicos/>>. Acesso em 30 set. de 2018.