



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ ALEXANDRE BERTO

O TEMA ENERGIA ELÉTRICA NOS PRESSUPOSTOS DA EDUCAÇÃO
CTS NO ENSINO DE FÍSICA: O QUE INFORMAM OS LIVROS DIDÁTICOS DE
FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

CURITIBA
2021

JOSÉ ALEXANDRE BERTO

O TEMA ENERGIA ELÉTRICA NOS PRESSUPOSTOS DA EDUCAÇÃO
CTS NO ENSINO DE FÍSICA: O QUE INFORMAM OS LIVROS DIDÁTICOS DE
FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Leonir Lorenzetti.

CURITIBA
2021

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

B545t Berto, José Alexandre

O tema energia elétrica nos pressupostos da educação CTS no ensino de física: o que informam os livros didáticos de física do ensino médio [recurso eletrônico] / José Alexandre Berto – Curitiba, 2021.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Leonir Lorenzetti

1. Física – Estudo e ensino. 2. Energia elétrica. 3. Educação – Ciência, tecnologia e sociedade. I. Universidade Federal do Paraná. II. Lorenzetti, Leonir. III. Título.

CDD: 530.1

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585

ATA Nº207

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE MESTRADO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA

No dia trinta de junho de dois mil e vinte e um às 14:00 horas, na sala <https://meet.google.com/fzc-gpgg-fpj>, por meio da Plataforma Google Meet, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de dissertação do mestrando **JOSÉ ALEXANDRE BERTO**, intitulada: **O tema energia elétrica nos pressupostos da Educação CTS no Ensino de Física: o que informam os livros didáticos de Física do Ensino Médio**, sob orientação do Prof. Dr. LEONIR LORENZETTI. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: LEONIR LORENZETTI (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), JOANEZ APARECIDA AIRES (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), ROSELINE BEATRIZ STRIEDER (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA), ANA CRISTINA PIMENTEL CARNEIRO DE ALMEIDA (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, LEONIR LORENZETTI, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 30 de Junho de 2021.

Assinatura Eletrônica
07/07/2021 08:55:09.0
LEONIR LORENZETTI
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
07/07/2021 12:01:13.0
JOANEZ APARECIDA AIRES
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
07/07/2021 14:19:47.0
ROSELINE BEATRIZ STRIEDER
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA)

Assinatura Eletrônica
08/07/2021 11:39:05.0
ANA CRISTINA PIMENTEL CARNEIRO DE ALMEIDA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ)



TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JOSÉ ALEXANDRE BERTO** intitulada: **O tema energia elétrica nos pressupostos da Educação CTS no Ensino de Física: o que informam os livros didáticos de Física do Ensino Médio**, sob orientação do Prof. Dr. LEONIR LORENZETTI, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Junho de 2021.

Assinatura Eletrônica
07/07/2021 08:55:09.0
LEONIR LORENZETTI
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
07/07/2021 12:01:13.0
JOANEZ APARECIDA AIRES
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
07/07/2021 14:19:47.0
ROSELINE BEATRIZ STRIEDER
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA)

Assinatura Eletrônica
08/07/2021 11:39:05.0
ANA CRISTINA PIMENTEL CARNEIRO DE ALMEIDA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ)

*A todos e todas que sonharam por um mundo melhor.
A todos e todas que lutaram contra as diversas formas de opressão.
A todos e todas que contribuíram intelectualmente para que eu
pudesse realizar esta produção.
A todos e todas que continuam nesta mesma caminhada.*

AGRADECIMENTOS

A Deus. O Deus imanente que a tudo permeia, perpassa e está presente. Aquele que quer a justiça social antes da caridade. Aquele que reconhece a todos como seus filhos independentemente da cor, sexo, ideologias ou torcidas de futebol.

À minha família. Minha esposa, filhas e enteado. Meus pais: Marilene e Antônio (*in memoriam*). Meu sogro e minha sogra. Meus irmãos, cunhados e cunhadas. Sobrinhos e sobrinhas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leonir Lorenzetti. Por quem nutro grande admiração e respeito pelas valiosas orientações e trajetória acadêmica.

Às Prof. Dr.^{as} Roseline Beatriz Strieder, Joanez Aparecida Aires e Ana Cristina Almeida, pelas imensas contribuições no exame de qualificação e na minha defesa desta dissertação.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Tecnológica, pela parceria e ajuda nos diversos momentos de dúvidas e incertezas.

Aos colegas de mestrado com quem compartilhei, dialoguei, sorri, sofri e prossegui nesta jornada.

Às escolas e aos educadores. Tanto naquelas em que estudei quanto naquelas em que trabalhei. Em especial, quero agradecer ao Colégio Estadual Casemiro Karman, local onde já trabalho há mais de vinte anos.

Aos estudantes, os quais são a razão da minha profissão e que me motivaram a estudar cada vez mais, buscando promover uma educação emancipatória e libertária.

À UFPR, instituição a qual tenho grande orgulho de pertencer, por ter me proporcionado riquíssimos momentos de reflexão nestes tempos pandêmicos e levantes autoritários.

A você que está lendo esta dissertação e todos os cidadãos contribuintes de nosso país. O financiamento público e os recursos destinados para as pesquisas universitárias são de extrema importância para perseguir a educação que nosso povo brasileiro merece.

I can't breathe... (George Floyd)

RESUMO

A importância de se discutir sobre os processos educativos na disciplina de Física dentro de uma perspectiva crítica é algo necessário e urgente. Assim, o presente trabalho teve como objetivo de estudo investigar os pressupostos da Educação CTS nos livros didáticos do 3º ano do ensino médio no tema energia elétrica, assim como, propor atividades que permitam a ampliação destes pressupostos frente aos textos analisados. A pesquisa de natureza qualitativa e do tipo documental analisou os cinco livros didáticos mais utilizados pelos professores no contexto. A análise dos dados constituídos ocorreu com base na Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2006), sendo que os aspectos CTS utilizados como as categorias *a priori* foram as inter-relações entre os elementos da tríade (ciência, tecnologia e sociedade). Pela análise desses dados foi possível inferir que poucos aspectos CTS são contemplados dentro de uma perspectiva ampla, existindo uma carência de estudo e reflexão sobre os pressupostos da educação CTS nas obras que compõem o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2018) em Física. Além das análises, este estudo propõe atividades que possibilitam reflexões com os textos dos livros investigados, permitindo a sua utilização numa perspectiva mais crítica. Nesse sentido, essas atividades são organizadas com outras propostas de reflexões numa sequência didática, dentro dos pressupostos definidos por Zabala (1998) e na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), buscando promover a Educação CTS e os avanços necessários para a Educação Científica e Tecnológica e o Ensino de Ciências como um todo. As investigações realizadas no contexto escolhido indicam que os livros didáticos de Física apresentam avanços em alguns aspectos da Educação CTS reduzida, mas apontam carências no desenvolvimento de propostas que promovam a Educação CTS de forma mais crítica, sugerindo assim, mais reflexões, debates e sugestões de se promover esse rico campo de estudo, que possa contribuir com a Educação Científica dos envolvidos.

Palavras-chave: Educação CTS. Energia Elétrica. Ensino Médio. PNLD 2018 Física.

ABSTRACT

The importance of discussing educational processes in the discipline of Physics within a critical perspective is something necessary and urgent. Thus, the present work aimed to study the assumptions of STS Education in textbooks for the 3rd year of high school on the topic of electricity, as well as to propose activities that allow the expansion of these assumptions against the analyzed texts. The qualitative research and documentary type analyzed the five textbooks most used by teachers in the context. The analysis of the constituted data was based on the Textual Discursive Analysis (ATD) of Moraes and Galiazzi (2006), and the STS aspects used as the a priori categories were the interrelationships between the elements of the triad (science, technology and society). By analyzing these data, it was possible to infer that few STS aspects are covered within a broad perspective, with a lack of study and reflection on the assumptions of STS education in the works that make up the National Textbook Program (PNLD 2018) in Physics. In addition to the analyses, this study proposes activities that enable reflections with the texts of the investigated books, allowing their use in a more critical perspective. In this sense, these activities are organized with other proposals for reflections in a didactic sequence, within the assumptions defined by Zabala (1998) and in the dynamics of the Three Pedagogical Moments proposed by Delizoicov, Angotti and Pernambuco (2002), seeking to promote STS Education and necessary advances for Science and Technology Education and Science Teaching as a whole. The investigations carried out in the chosen context indicate that Physics textbooks present advances in some aspects of reduced STS Education, but they point out deficiencies in the development of proposals that promote STS Education more critically, thus suggesting more reflections, debates and suggestions for to promote this rich field of study, which can contribute to the Scientific Education of those involved.

Keywords: STS Education. Electricity. High school. PNLD 2018 Physics.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DIFERENÇA ENTRE TRADIÇÕES DE ESTUDOS CTS.....	39
QUADRO 2 – CATEGORIAS DE ENSINO CTS.....	62
QUADRO 3 – NOVE ASPECTOS DA ABORDAGEM DE CTS.....	64
QUADRO 4 – BLOCO 1 – LEGISLAÇÃO E CIDADANIA.....	69
QUADRO 5 – BLOCO 2 – ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA E PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA.....	70
QUADRO 6 - BLOCO 3 – CONCEITOS, LINGUAGEM E PROCEDIMENTOS.....	71
QUADRO 7 - BLOCO 4 – MANUAL DO PROFESSOR.....	72
QUADRO 8 - BLOCO 5 – PROJETO EDITORIAL.....	74
QUADRO 9 - FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	77
QUADRO 10 – CINCO LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA MAIS DISTRIBUÍDOS PELO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (PNLD) DO ANO DE 2018.....	95
QUADRO 11 – NOVE ASPECTOS DE UMA ABORDAGEM CTS.....	103
QUADRO 12 – ATIVIDADE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	126
QUADRO 13 – ATIVIDADE SOBRE AS INTER-RELAÇÕES ENTRE A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA.....	135
QUADRO 14 – ATIVIDADE SOBRE AS INTER-RELAÇÕES ENTRE A CIÊNCIA E A SOCIEDADE.....	143
QUADRO 15 – ATIVIDADE SOBRE AS INTER-RELAÇÕES ENTRE A TECNOLOGIA E A SOCIEDADE.....	155
QUADRO 16 – ATIVIDADE SOBRE AS INTER-RELAÇÕES ENTRE A CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	167

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: INDÍCIOS DO ASPECTO NATUREZA DA CIÊNCIA	105
TABELA 2: INDÍCIOS DO ASPECTO NATUREZA DA TECNOLOGIA.....	113
TABELA 3: INDÍCIOS DO ASPECTO NATUREZA DA SOCIEDADE.....	121
TABELA 4: INDÍCIOS DO ASPECTO INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA.....	129
TABELA 5: INDÍCIOS DO ASPECTO INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E SOCIEDADE.....	138
TABELA 6: INDÍCIOS DO ASPECTO INTER-RELAÇÕES ENTRE TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	147
TABELA 7: INDÍCIOS DO ASPECTO INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	160
TABELA 8: SÍNTESE DAS CATEGORIAS OBSERVADAS.....	172

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – APROXIMAÇÃO FREIRE – CTS.....	38
FIGURA 2 – VISÕES SOBRE A TECNOLOGIA DE ACORDO COM DAGNINO (2014)	54
FIGURA 3 – AS INTER-RELAÇÕES CTS.....	96
FIGURA 4 – SÍNTESE DAS ETAPAS DA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA (ATD) UTILIZADA NA PRESENTE PESQUISA DOCUMENTAL.....	99
FIGURA 5 – INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE DENTRO DA EDUCAÇÃO CTS.....	171

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - MATRIZ ELÉTRICA MUNDIAL 2016.....	76
GRÁFICO 2 - MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA 2017.....	77
GRÁFICO 3 - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E IDH.....	80

LISTA DE SIGLAS

3MP	Três Momentos Pedagógicos
ATD	Análise Textual Discursiva
CT	Ciência e Tecnologia
CS	Ciência e Sociedade
TS	Tecnologia e Sociedade
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DC	Desenvolvimento Científico
DE	Desenvolvimento Econômico
DS	Desenvolvimento Social
DT	Desenvolvimento Tecnológico
ECTS	Estudos Ciência, Tecnologia e Sociedade
NdC	Natureza da Ciência
NdT	Natureza da Tecnologia
NdS	Natureza da Sociedade
PCT	Política Científica e Tecnológica
PLACTS	Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade
PNLD	Plano Nacional de Livros Didáticos
PPC	Projeto Pedagógico Curricular
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática
PPP	Projeto Político Pedagógico
SD	Sequência Didática
STS	Science, Technology and Society
TC	Tecnologia Convencional
TS	Tecnologia Social
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	DAS ORIGENS DOS ESTUDOS CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE AO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	27
2.1	DO NASCIMENTO DA CIÊNCIA MODERNA ATÉ O MOVIMENTO CTS.....	27
2.2	AS TRADIÇÕES DOS ESTUDOS CTS.....	32
2.2.1	As tradições europeias e norte-americanas.....	32
2.2.2	O Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS).....	33
2.3	A importância da Natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade nos ECTS.....	40
2.3.1	Natureza da Ciência.....	41
2.3.2	Natureza da Tecnologia.....	48
2.3.3	Natureza da Sociedade.....	55
2.4	Relações entre Ensino de Ciências e a Educação CTS.....	60
2.4.1	Indicativos de pesquisas sobre livros didáticos de Ciências e as concepções de Educação CTS presentes no Guia PNLD 2018.....	65
3	A ENERGIA ELÉTRICA NA SOCIEDADE E O CONTEXTO EDUCACIONAL DE PESQUISAS NOS PRESSUPOSTOS DA EDUCAÇÃO CTS.....	75
3.1	A Utilização das Diversas Formas de Energia até a Energia Elétrica.....	75
3.2	O Tema Energia Elétrica no Campo Educacional no Ensino Médio: Uma Análise no Banco de Teses da Capes.....	82
4	OS PERCURSOS METODOLÓGICOS.....	90
4.1	A Natureza da Pesquisa.....	90
4.2	A Metodologia de Análises.....	96
5	A PRESENÇA DOS ASPECTOS CTS NOS CONTEÚDOS RELACIONADOS À ENERGIA ELÉTRICA NOS LIVROS DIDÁTICOS.....	101
5.1	A Natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade presentes nos livros didáticos de Física do 3º ano relacionados ao tema Energia Elétrica.	102
5.1.1	Natureza da Ciência.....	105
5.1.2	Natureza da Tecnologia.....	113

5.1.3 A Natureza da Sociedade.....	121
5.1.4 Inter-relações entre Ciência e Tecnologia.....	129
5.1.5 Inter-relações entre Ciência e Sociedade.....	138
5.1.6 Inter-relações entre Tecnologia e Sociedade.....	147
5.1.7 Inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.....	160
5.2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA.....	173
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	176
7 REFERÊNCIAS.....	181
8 ANEXOS.....	195

1 INTRODUÇÃO

Para iniciar as discussões que proponho nesta pesquisa, acredito ser de extrema importância apresentar minha visão dos cenários sociais que estamos presenciando no tempo corrente. Tal discussão é válida, visto que as dinâmicas atuais estão afetando os vários setores da sociedade e esta pesquisa não ficou imune à sua influência. Dessa maneira, vou situar minha trajetória pessoal e profissional, cujas inquietações trouxeram-me até aqui, assim como refletir sobre os impactos do cenário atual sobre minhas investigações.

Neste preocupante cenário, a ciência e a tecnologia concebidas, infelizmente, não atuaram de maneira neutra, como muitos pretendem defender. O vislumbre de que uma maior produção de mercadorias também resultaria num maior estado de bem-estar social não se consolidou na metade do século XX, quando se observa um aumento do capital orgânico e do emprego de máquinas no lugar das pessoas (HILÁRIO, 2016).

Esses fatos, e esta terrível realidade por qual o mundo está passando, devido à pandemia provocada pelo novo coronavírus (Covid-19), não poderiam passar despercebidos das minhas observações. Mesmo não sendo o objeto de estudo deste trabalho, é impossível não fazer referência a essas situações devido à sua importância histórica e as influências que exerceram no percurso da minha proposta de pesquisa.

Os sentidos e conexões do presente trabalho, com esse marco histórico de cunho sanitário global, foram se materializando com as reflexões que surgiam na tentativa de entender como a sociedade está se organizando ao buscar na ciência e na tecnologia maneiras de resolver este problema de amplitude planetária, na qual a sobrevivência humana está em questão.

Desta forma, os Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), cuja principal característica é promover a ação cidadã, constituem-se num poderoso instrumento de análise deste momento histórico, pois possibilitam entender como esses elementos se relacionam dentro dos acontecimentos e fatos que marcam a história da humanidade e a nossa história enquanto povos periféricos do sistema capitalista. Assim, entender o que está acontecendo agora é algo necessário não apenas para a sobrevivência dos indivíduos apartados em suas casas devido ao isolamento social, mas, também, para a necessária tomada de posição para que uma mudança nas estruturas sociais ocorra, possibilitando a todos os povos a dignidade e

as condições necessárias para suportar os efeitos desta pandemia e a devida orientação para as futuras relações que terão que desenvolver consigo mesmo e com o meio ambiente.

Nesse sentido, a Educação CTS constitui-se num arcabouço de conhecimentos que podem promover a orientação social instrumentalizando os cidadãos quanto aos procedimentos a serem tomados neste momento de crise sanitária e em muitas outras situações, como no caso do objeto de estudo desta pesquisa. Tais conhecimentos também colaboram para que, no contexto brasileiro e latino-americano, possamos identificar como a ciência e a tecnologia são gerenciadas e controladas, assim como nos sensibilizar e lutar contra toda forma de política controladora, fascista e de morte.

Minha defesa da Educação CTS passou por um processo de construção, fruto não apenas dos importantes estudos apresentados nesta dissertação. Essa trajetória começa desde muito cedo como filho de agricultores da cultura cafeeira no noroeste do estado do Paraná. Sendo o mais novo de cinco filhos homens, a educação sempre foi entendida como um meio de mudança e de transformação. Assim, a rotina era determinada pela escola, o trabalho rural e a religião católica.

A educação pública também marcou minha trajetória. Todo o ensino básico e a primeira faculdade foram feitos em instituições públicas. Assim, já na antiga 6ª série, começariam os primeiros interesses sobre as ciências ao estudar os seres vivos, provocados por metodologias diferenciadas das que estava acostumado a receber. Além da Biologia, a Química e a Física também despertavam muitos interesses, o que me levaram a fazer o antigo curso de licenciatura de Ciências (1º grau). A habilitação em Física viria algum tempo mais tarde.

Já como educador, e lecionando em escolas públicas e privadas, sempre fui preocupado com o processo de ensino-aprendizagem, buscando alternativas que possibilitassem desenvolver um processo educativo eficaz e que permitisse uma formação humana dos indivíduos que estivessem sob meus cuidados. Isso provocou muitas mudanças em minhas convicções e crenças sobre a escola e a educação como um todo, principalmente quando assumi a direção da escola.

Por quase vinte anos estive fora do meio acadêmico, e as demandas educacionais instigavam-me na busca de uma prática mais próxima da realidade escolar vivida, e essa prática precisava de uma reflexão mais profunda. Uma nova

práxis era demandada. Assim, parti em busca do mestrado, um sonho protelado por muito tempo, e encontrei nos estudos CTS um meio para as profundas e necessárias reflexões.

De maneira geral, o ensino de Ciências e de Física é administrado nas escolas privilegiando um processo centralizado na memorização e no uso dos livros didáticos, sem uma reflexão mais crítica quanto às possibilidades de problematização e contextualização características e defendidas pela Educação CTS. Assim, muitos professores seguem os roteiros definidos por esses livros, construindo as propostas pedagógicas curriculares e planos de trabalho docente, sem considerar o caráter problematizador e contextual necessários para a aprendizagem dos estudantes que estão educando.

Nesta linha, o tema a ser contemplado neste estudo, e que requer reflexão social, refere-se à produção e ao consumo da energia elétrica. Neste mundo globalizado e imerso em diversas tecnologias, é impossível desconsiderar a participação dos conhecimentos construídos sobre a energia elétrica tanto nos processos que promovem conforto e melhoram as condições de vida como, também, nos processos que promovem exclusões e ameaçam a vida no planeta.

No Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Paraná (PPGECM – UFPR), evidenciam-se pesquisas englobando a Educação CTS. Roehrig (2013) faz uma análise de como os estudos com enfoque CTS se configuram no contexto das Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (DCE/PR) na disciplina de Física; Oliveira (2015) discute os limites e potencialidades do enfoque CTS no ensino de Química utilizando a temática qualidade do ar interior; Trindade-Calzado (2016) discorre sobre o enfoque CTS no ensino técnico de Química integrado ao analisar as possibilidades do uso da temática Impacto Ambiental da atividade industrial na disciplina de Análise Ambiental; Pizzutti (2017) analisa as concepções CTS presentes nos discursos dos professores formadores no Ensino Superior à luz da Grounded Theory; Maestrelli (2018) estuda a abordagem CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental e suas contribuições para o exercício da cidadania; Domiciano (2019) investiga as abordagens do enfoque CTS presentes no projeto pedagógico do curso de Licenciatura de Ciências da UFPR Litoral, na percepção e na prática dos docentes dessa instituição; Geraldo (2020) pesquisa os aspectos didáticos e pedagógicos da Educação CTS no Ensino Médio ao analisar a componente curricular Ciências Aplicadas da rede SESI-PR. Auriglietti

(2020) discute sobre os pressupostos da abordagem CTS desenvolvida com um grupo de professores de Química, Física e Biologia buscando promover a reflexão da prática pedagógica e favorecer a construção de sequências didáticas.

Observando esses trabalhos, pode-se notar que no PPGEEM – UFPR ainda não foi realizada nenhuma proposta de estudo com a temática Energia Elétrica na disciplina de Física, envolvendo os pressupostos da Educação CTS. Os trabalhos de Oliveira (2015), Trindade Calzado (2016) e Maestrelli (2018) são os que mais se aproximam deste estudo pelo fato de se utilizarem de propostas didáticas que busquem trabalhar um determinado tema de relevância social como opção, ou sugestão, aos conteúdos tradicionalmente trabalhados nos livros didáticos. Esses três trabalhos têm como ponto comum também o uso da Análise Textual Discursiva para a análise dos dados constituídos. Oliveira e Maestrelli também se utilizam dos 3 Momentos Pedagógicos como estruturante das propostas didáticas, assim como esta proposta.

Frente a esse cenário, surge um problema que será o condutor deste trabalho de pesquisa: *Como a educação CTS pode estar presente nos conteúdos dos livros didáticos de Física do 3º ano do Ensino Médio ao abordarem o tema energia elétrica?*

Dessa maneira, o **objetivo geral** desta pesquisa é investigar os aspectos da Educação CTS presentes nos conteúdos relacionados ao tema energia elétrica nos Livros Didáticos (LD) do 3º ano do Ensino Médio, assim como apresentar uma proposta de Sequência Didática (SD) que possa dialogar e complementar os aspectos CTS que, por ventura, forem ausentes.

Os objetivos específicos são definidos da seguinte forma:

- Caracterizar os pressupostos da Educação CTS no tema Energia Elétrica dentro do ensino de Física;
- Investigar indícios dos pressupostos da Educação CTS dentro das inter-relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade com os conteúdos referentes ao tema energia elétrica nos Livros Didáticos de Física;
- Propor atividades que promovam o tema energia elétrica estruturada nos pressupostos da Educação CTS dentro das inter-relações CTS como atividades complementares aos livros.

As leituras e estudos que tive o privilégio de realizar durante minhas investigações possibilitaram enxergar alguns dilemas e mazelas que permeiam nosso tecido social. Ao iniciar tais discussões, percebo que nossa sociedade cultiva uma

crença muito forte numa suposta infalibilidade, acreditando ser imponente, grandiosa e epopeica. Uma sociedade orgulhosa de seus feitos históricos, suas conquistas sobre a natureza, seu desenvolvimento e sua evolução. Essa sociedade que prima por uma confiante 'ordem e progresso', em que uma parcela dos cidadãos, aqueles que se intitulam como os seus legítimos representantes, batem no peito e se orgulham de pertencer a tal organização, sendo fiéis seguidores das regras estabelecidas, educando-se mutuamente para que essa ordem não sucumba.

Todavia, essa sociedade acredita que formas diversas ao seu modo hegemônico, maneiras 'anômalas' de existência e pensamento, se constituem em verdadeiros 'tumores cancerígenos' que, se não extirpados rapidamente, podem provocar uma metástase social de proporções catastróficas, que coloca em risco toda a 'admirável' estrutura social até então galgada.

Na busca de referências a esta leitura particular, encontro em Michel Foucault uma fecunda discussão sobre os mecanismos de poder do sistema capitalista que exercem sua influência nas dinâmicas sociais, buscando controlar essa dinâmica por meio da 'domesticação' dos corpos dos indivíduos. Assim, para a manutenção dos processos produtivos de mercadorias, torna-se necessária a construção de corpos politicamente dóceis e produtivos dentro do sistema econômico. Ou seja, o poder político exerce sua função disciplinar sobre os corpos dos indivíduos orientando-os de acordo com seus objetivos (FOUCAULT, 1994; 2009).

Para Hilário (2016), o poder disciplinar é institucionalizado na organização das escolas, quartéis, prisões, hospitais, entre outros, cuja responsabilidade é a de formar, corrigir e disciplinar os corpos com vistas à manutenção de sua saúde e, por consequência, à garantia da produção de mercadorias. Nesse sentido, o poder político é orientado para a manutenção da vida, entendendo esse processo como um modo calculado e forçoso de se manter o sistema de produção. Isso caracteriza um seminal conceito desenvolvido em Foucault: a **biopolítica**.

Dessa forma, para essa ordem hegemônica vigente, as "anomalias e bizarrices" que surgem de diversas formas e maneiras são atrevidas, petulantes e insolentes, cuja liberdade de existência põe em risco a política de controle social. Como forma de resistência, alguns movimentos provocam as universidades, escolas, associações, sindicatos e parte da mídia a se constituírem em locais de reflexão para lutar e enfrentar essa ordem. Entretanto, esses espaços são atacados sistematicamente e se constituem num perigo iminente. Assim, o sistema produz no

coletivo da sociedade a ideia de um mal que pode acabar com toda a organização penosamente construída até então, destruindo as famílias, o trabalho livre, a propriedade privada, a economia e o crescimento do PIB. A fim de fortalecer o discurso social estabelecido, forjou-se a retórica de um perigoso “projeto comunista”, que estaria sendo articulado para acabar com essa ordem que controla os corpos e os processos sociais.

Mas nossa sociedade, tão cega e orientada por essas convicções, não percebeu que o abalo não viria do mal que o suposto ‘comunismo’ está provocando em seu seio, mas sim da resposta da natureza ao constante ataque e degradação que vem sofrendo.

Assim, um ínfimo ser, transitante entre a matéria abiótica e biótica, paralisa o mundo. Um minúsculo ser, ocupante da Terra antes da humanidade, imperceptível a ela por quase toda a sua existência, mostra que a ordem instaurada não é garantia de sobrevivência e segurança dos diversos povos. Um vírus revelaria que toda a ciência e tecnologia até então construídas não podem manter essa organização estruturada neste mundo Homo, Hétero, Falo e Branco, que tem como motor de funcionamento o lucro e o aumento indiscriminado de riquezas e controle sobre a vida e os corpos dos indivíduos.

Como uma maldição, a praga do vírus Covid-19 se dissemina entre as nações adoecendo a muitos e ceifando várias vidas. Pessoas se contaminam pelo contato com outras pessoas, com objetos e pelo ar. Hospitais ficavam superlotados de doentes. Faltam UTIs para atender a todos. Profissionais de saúde trabalham exaustivamente. Um alerta é dado. Esta sociedade precisa diminuir seu ritmo e refletir sobre essa organização.

Mas, para muitos, isso não passa de uma ‘gripezinha’. A sociedade não pode parar. A economia pode ser drasticamente prejudicada. Empresas podem quebrar. A falta de emprego e de produção matará muito mais que o vírus. O discurso de que o vírus é um mal menor, comparado a um colapso do sistema econômico, tenta mascarar o cenário da pandemia empurrando muitas pessoas para o contágio e para a morte.

A negação da situação produz uma falsa noção de segurança social, permitindo que os cidadãos continuem a trabalhar, a comprar, a festejar e a circular enquanto a praga do vírus se dissemina mais, e mais, ceifando vidas, principalmente

dos mais idosos e daqueles que sofrem de comorbidades. Vidas importantes para alguém, vidas cujo valor não é cotado em dólar.

Mesmo passando por uma situação tão crítica como esta, é triste e lamentável que nossa sociedade ainda relute a entender que sua estrutura e organização precisam ser alteradas urgentemente. As forças que a sustentam ainda propagam inimigos imaginários, criando redes de articulação para tentar manter o sistema, como se ele fosse a salvação do caos que criou. Ao negar as diferentes vozes que clamam por mudanças, essa sociedade sela a cada dia seu destino. Resta torcer para que a humanidade aqui presente não pague o preço da destruição que sua organização social insiste em não reconhecer.

O advento da pandemia me permitiu refletir de maneira mais intensa sobre as práticas sociais que estamos vivenciando, assim como buscar mais fontes que pudessem fortalecer o meu entendimento dessas práticas. O conceito de biopolítica de Foucault me ampliou os horizontes, possibilitando enxergar como nossas vidas e nossos corpos são dominados pelo modo de produção. Isso gera um sentimento de desconforto, visto que, socialmente, a vida das pessoas não é considerada para o desenvolvimento de suas capacidades, desejos e potências. Ela se torna um meio adestrado de se aumentar a riqueza de poucos e promover desigualdades enormes. Entretanto, Foucault apresenta seus conceitos dentro de uma realidade bem diversa daquela que temos vivido em nosso país e, apesar de serem ideias válidas para vários contextos, algumas particularidades dos povos periféricos do capitalismo não são contempladas numa perspectiva mais completa (HILÁRIO, 2016).

Dessa maneira, a biopolítica de Foucault, desenvolvida no contexto europeu, serve de base teórica para que um camaronês, Achille Mbembe, possa desenvolver suas recentes ideias aglutinadas no termo **Necropolítica**.

Por mais assustador que isso possa parecer, Mbembe defende a ideia de que a crise do sistema capitalista promove um perverso engendramento na dinâmica social onde apenas o controle da vida e dos corpos humanos não é mais suficiente, nem útil. Assim, as grandes massas humanas tornam-se dispensáveis ao modo de produção de riquezas e, por serem sobrantes e supérfluas nesse contexto, podem ser descartadas (MBEMBE, 2012).

Nesse sentido, a necropolítica, ou política da morte, é perfeitamente reconhecida em nossa realidade neste atual momento de pandemia, no qual uma imensa quantidade de pessoas, geralmente pobres, se contamina e morre. Entretanto,

outras situações tradicionalmente cultivadas na sociedade brasileira podem exemplificar a necropolítica como uma política de estado. O tratamento no sistema prisional, o processo de reforma agrária e tratamento dos trabalhadores sem-terra, o tratamento dos povos indígenas e quilombolas, os moradores de favelas e comunidades pobres.

Estes são alguns exemplos das massas descartáveis e passíveis das barbáries produzidas pela necropolítica. Assim, ao se discutir sobre a influência do capitalismo no mundo atual, verifica-se que seus propósitos não beneficiam a todos os indivíduos e povos, sendo que a sua face mais terrível é mostrada nos países periféricos.

Inicialmente, esta proposta tinha como escopo construir e implementar a Sequência Didática construída. Entretanto, como já foi citado, a pandemia de Covid-19 alterou os planos iniciais, e não foi possível a implementação devido ao processo de isolamento social que, de modo relevante, ocorreu nas escolas. Assim, para equiponderar e traçar novos rumos ao trabalho que seria desenvolvido com os estudantes, manteve-se a proposta da SD enquanto uma sugestão e ampliou-se as investigações sobre os Livros Didáticos.

Essa decisão de mudar os rumos da pesquisa não foi simples. Isso foi feito dentro de reflexões e decisões que requerem discernimento e coragem, visto que abrir mão das interações e contribuições dos estudantes diminui a participação das vozes que são o alvo deste trabalho e pelo qual se luta para construir uma sociedade mais justa e equânime.

Todavia, esta implacável pandemia que aparta, segrega e tem o poder de vida e morte para muitos, também possibilita inúmeras lições dentro dos Estudos CTS. É perfeitamente possível verificar a complexa dinâmica social, das pesquisas científicas e tecnológicas e dos interesses em jogo. Comunidades científicas ao redor do mundo fazendo pesquisas para detectar, tratar e produzir uma vacina que possa conter a disseminação do vírus. Tecnologias relacionadas aos respiradores, produção de álcool gel e medicamentos, entre outros, despertam também o interesse de universidades e do setor privado. Interesses econômicos e políticos tentam influenciar tanto a ciência quanto a tecnologia para alcançar seus objetivos, que, muitas vezes, não condizem com as corretas práticas que garantem a contenção das contaminações e aumentam os números de mortes.

Notícias falsas e distorcidas são produzidas e disseminadas intencionalmente, atacando os cientistas, técnicos e demais pessoas que defendam o contrário. Recursos públicos são desviados pela corrupção ou pela ingerência, aproveitando-se do momento de flexibilização e fragilidade do sistema quanto ao processo de gastos desses recursos que deveriam ser destinados para o tratamento das pessoas e investidos corretamente na pesquisa científica e tecnológica. Escolas estão fechadas tentando se equilibrar na corda bamba do modelo de ensino remoto desenvolvido que, inevitavelmente, produz exclusão e não consegue promover uma educação democrática. Mais do que nunca, a nefasta ideologia fascista tenta cercear os direitos, as conquistas e a liberdade das pessoas, alegando que a economia é mais importante que a vida, que o uso de máscara não é obrigatório para quem usa faixa presidencial, que a crescente quantidade de mortos pode ser desprezada com um simples 'E daí?', que a população deve acatar o uso de cloroquina (ou qualquer outro medicamento), mesmo que os estudos científicos mais sérios indiquem que ela não é eficaz, que as instituições democráticas, sociedade civil organizada, organizações internacionais ou qualquer outra sigla, organização ou pessoa que pensar ao contrário é carimbada de comunista.

Estas e muitas outras situações são exemplos de como a Educação CTS é de extrema necessidade neste exato momento devido à urgente resistência aos poderes controladores do sistema que não se importam com a vida humana. Os livros didáticos, por sua vez, mantêm, tradicionalmente, uma postura acrítica quanto à realidade social, sendo isso muito mais evidente nos livros de Física.

Nesse sentido, investigar um tema como a energia elétrica numa perspectiva CTS permite indicar as ausências e incoerências com as reflexões CTS, mas, também, possibilita propor reflexões e ações que possam complementar e desmistificar o que os livros propõem e que, muitas vezes, legitimam as políticas controladoras e perversas em nossa sociedade.

A dinâmica social a que somos submetidos nos permite compreender e identificar essas forças de controle principalmente neste contexto pandêmico. Assim como o vírus letal que se espalha pelo contato e pelo ar, atacando os pulmões, provocando falta de ar e dando a sensação de que a pessoa está se afogando a seco, presenciamos o ataque de outro vírus, também letal, que se propaga entre as pessoas há muito mais tempo, e que, infelizmente, ainda não dispõe de um tratamento eficaz para toda a população: o preconceito. George Floyd, afro-americano natural da

Carolina do Norte, foi mais uma vítima desse vírus que lhe retirou o ar de maneira tão brutal e perversa ao ser imobilizado por um joelho pressionando seu pescoço ao chão. Como Floyd, infelizmente existem muitos indivíduos considerados perigosos, incapazes e inferiores, os quais são suscetíveis a esse vírus social, também pandêmico e destruidor.

Mbembe (2012) tem razão ao propor sua ideia de política da morte, que se normatiza em decretos e resoluções estabelecendo-se como padrão na nossa organização social. Dessa maneira, devemos olhar para todas as políticas instituídas e questionar suas reais intenções, pois, até mesmo um simples livro didático de Física, aparentemente construído sobre uma pretensa neutralidade científica, tecnológica e social pode estar colaborando para que aceitemos as desigualdades, as explorações, os preconceitos e as mortes como algo natural pelo qual nada pode ser feito.

Que a Educação CTS aqui proposta possa trazer reflexões sobre a necessidade de se humanizar cada vez mais as propostas de ensino na educação científica e tecnológica, possibilitando que cada cidadão reconheça os diferentes Floyds em seu meio e as diversas cepas de vírus sociais que retiram o ar das pessoas sufocando-as e limitando a dignidade e a liberdade de viver plenamente.

Assim, esta dissertação é composta por cinco capítulos que buscarão descrever os processos desenvolvidos e destacar os principais pontos da investigação proposta.

O capítulo 1 apresenta a introdução da dissertação, destacando as motivações, anseios e princípios que me instigaram. Também apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos do projeto de pesquisa, assim como um indicativo do que será tratado em cada capítulo.

O capítulo 2 abordará os pressupostos da Educação CTS fazendo um resgate histórico da construção desse campo de estudo, suas influências e seus objetivos. Destaca-se a importância desses estudos para o objeto de análise que são os livros didáticos e a construção da sequência didática dentro da realidade brasileira e de acordo com os aspectos que caracterizam uma proposta de ensino, genuinamente, CTS.

No capítulo 3 será tratada a importância da energia elétrica no cenário mundial e no contexto brasileiro, destacando as influências desse fenômeno na sociedade. Nesse momento, é apresentada uma pesquisa sobre esse tema no Ensino Médio feita no banco de teses da CAPES.

O percurso metodológico será descrito no capítulo 4. Nesse momento, será feita a descrição da natureza qualitativa da pesquisa e de seu tipo que, neste caso, constitui-se como pesquisa documental. Para a análise dos dados constituídos optou-se pela Análise Textual Discursiva (ATD).

O último capítulo abordará a investigação feita nos LD dentro dos aspectos CTS adotados como categorias *a priori*. Assim, de acordo com o processo de unitarização e categorização, são apresentados os metatextos da análise feita com o tema energia elétrica e os conteúdos a ele relacionados. Paralelas a essas análises, são propostas atividades que permitam refletir sobre as categorias analisadas. Nesse capítulo, também é discutida uma proposta de sequência didática com o mesmo tema e dentro dos mesmos aspectos, sendo formada pelas atividades já indicadas durante as análises, entre outras.

2 DAS ORIGENS DOS ESTUDOS CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE AO ENSINO DE CIÊNCIAS

Com o intuito de expressar a importância dos pressupostos CTS para a educação científica, serão apresentados os principais fundamentos dos estudos que direcionam as interações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS) neste capítulo. As argumentações aqui debatidas darão suporte teórico para se entender as aproximações entre esses saberes e o ensino de ciências, assim como o processo de construção e resultados da presente pesquisa que busca analisar os aspectos da Educação CTS em Livros Didáticos de Física e elaborar uma proposta de Sequência Didática com o mesmo tema e dentro dos mesmos aspectos.

Inicialmente, serão discutidos os principais pontos que indicaram a necessidade dos estudos CTS.

2.1 DO NASCIMENTO DA CIÊNCIA MODERNA ATÉ O MOVIMENTO CTS

O nascimento da ciência moderna marcou um importante passo no desenvolvimento da humanidade a partir do século XV. O pensamento religioso vigente era pautado na intervenção da realidade social com intuito de converter, transformar, manipular e até mesmo combater ideias de crenças opostas. Ao se opor aos domínios da religião, pretensamente interventiva na sociedade, a ciência nasce como um *locus*, ambiente fechado, cuja autonomia em relação à sociedade será sua marca original.

Assim, a ciência foi concebida como uma atividade neutra em relação às práticas sociais de sua época. Do século XVII ao XVIII, o Iluminismo¹ se apresentou como importante movimento ao questionar o pensamento religioso ampliando o desenvolvimento da ciência e reforçando a ideia de neutralidade da mesma (DAGNINO, 2008). Com o positivismo² no fim do século XVIII, o pensamento de Francis Bacon e Renè Descartes potencializou ainda mais essa ideia, atribuindo à

¹ Movimento intelectual e filosófico do século XVIII, orientado pela centralidade da ciência e da racionalidade crítica no questionamento filosófico, que implica recusava todas as formas de dogmatismo das doutrinas políticas e religiosas tradicionais.

² Movimento filosófico derivado do desenvolvimento sociológico do Iluminismo do que se propõe a ordenar as ciências experimentais, considerando-as o modelo por excelência do conhecimento humano, em detrimento das discussões metafísicas ou teológicas.

ciência a crença da expressão de uma ‘verdade absoluta’, baseada apenas nos fenômenos observáveis e privilegiada como fonte do saber ‘verdadeiro e universal’, despreocupada com consequências sociais e asséptica ao seu entorno (BAZZO, 2014; DAGNINO, 2008a; STRIEDER, 2012).

No fim do século XIX e início do século XX o positivismo começa a sofrer mudanças epistemológicas, dando origem ao positivismo lógico³. Essa corrente de pensamento tinha em comum com o positivismo original a necessidade de diferenciar as teorias científicas da metafísica, entretanto os positivistas lógicos avançavam para além do indutivismo baconiano⁴, preconizando que as teorias científicas deveriam ser submetidas ao processo de verificabilidade, clarificação lógica e comprovação empírica, sendo o método científico o único meio de atingir esses objetivos. Destacam-se, nesse contexto, os trabalhos do Círculo de Viena na década de 1920 (STRIEDER, 2012).

No fim da década de 1930 é publicado nos Estados Unidos um dos primeiros estudos de análises sociológicas do conhecimento científico baseado num arsenal conceitual e programa de pesquisa. Esse estudo foi desenvolvido por Robert Merton, o qual defendia que a Ciência tende a sofrer os impactos e as influências da sociedade, entretanto cabe ao cientista, munido de instrumentos, regras e métodos científicos, evitar esses impactos e influências. A prática científica deveria ser organizada nas comunidades científicas, onde os avanços ocorreriam pela cooperação coletiva dentro dessas comunidades. Para o êxito desse trabalho, o cientista deveria suspender suas opiniões e juízos de valor e estar aberto às críticas. Dessa forma, a ciência estaria menos suscetível às influências sociais, garantindo a rigorosa aplicação do método científico e a obtenção do conhecimento verdadeiro. Essa visão internalista, defendida por Merton, garantiria a autonomia necessária e determinaria mais uma vez uma visão de neutralidade às práticas científicas (AULER, 2002; DAGNINO, 2008a; STRIEDER, 2012).

Até a metade do século XX, é possível perceber o quanto o pensamento positivista permeava as concepções sobre o desenvolvimento da ciência e demarcava aquilo que seria considerado de seu domínio e o que não seria. Esse pensamento

³ Movimento filosófico derivado do positivismo tradicional baseado no pensamento empírico e no desenvolvimento da lógica moderna que privilegia o método científico em detrimento de outras formas de construção do conhecimento.

⁴ Método de interpretação formulado por Francis Bacon (1561- 1626) cujo ponto de partida é a observação dos fenômenos para a construção de uma teoria a posteriori.

fortalecia e determinava a posição privilegiada do fazer científico, sustentando a suposta autonomia e neutralidade frente às questões sociais. Entretanto, ainda na primeira metade desse século, novos ares começam a ventilar, trazendo novas formas de se enxergar como a ciência é realmente feita dentro da sociedade.

Sendo assim, ainda nesse período, surge um desconforto sobre as incertezas quanto ao que fazer com as teorias e descobertas científicas. Esse desconforto não se devia aos resultados práticos da ciência, visto que nesse período não se observa uma relação mais direta com as questões tecnológicas devido às poucas aplicações práticas. As ideias de Karl Popper vêm contestar o método empírico dedutivo defendido pelos positivistas, apresentando o olhar falsificacionista ou hipotético-dedutivo. A autonomia da ciência também começa a ser contestada diante da observação social frente aos abusos percebidos quanto ao seu uso na produção de material bélico e ao aumento do desemprego causado pelo desenvolvimento científico-tecnológico na produção industrial (STRIEDER, 2012).

O desconforto torna-se maior e se intensificam as críticas com o advento da Segunda Guerra Mundial e com a explosão das bombas atômicas nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki. Isso proporcionou um deslocamento no olhar que se atentava em demarcar o que era e o que não era ciência, distanciando da prática científica real, para as discussões sobre as relações entre ciência e tecnologia e as implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico. Dessa forma, essas novas abordagens vão substituindo a concepção mertoniana, desconstruindo a visão sobre a produção científica caracterizada por um ambiente asséptico, livre de interesses e valores, baseada no método e na busca da verdade. Isso possibilita uma visão na qual a ciência é passível de análise sociológica e deve ser sujeita ao escrutínio público (AULER, 2002; DAGNINO 2008, STRIEDER, 2012).

Na década de 1960, dois grandes eventos contribuem significativamente para o processo de mudança que estava em curso. As publicações dos livros “A Estrutura das Revoluções Científicas”, pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn, e “Primavera Silenciosa”, pela bióloga naturalista Rachel Carson, ambas em 1962, corroboraram o crescente sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não conduzia linear e automaticamente ao bem-estar social. A obra de Kuhn questiona a concepção tradicional de ciência no âmbito acadêmico, suscitando reflexões na História e Filosofia da Ciência.

O livro de Carson, por sua vez, denuncia o uso dos pesticidas, principalmente o DDT, e seus efeitos no meio ambiente e na saúde. “Primavera Silenciosa” consegue, dessa forma, instigar vários movimentos sociais, ecologistas, pacifistas e contraculturais ao questionar vigorosamente a gestão tecnocrática de assuntos sociais, políticos e econômicos, denunciando as consequências negativas da ciência e tecnologia sobre a sociedade (AULER, 2002; STRIEDER, 2012). Além disso, os grandes investimentos em material bélico, devido ao estabelecimento da “guerra fria” entre EUA e URSS, a competitividade e as crises econômicas, a negligência na qualidade de vida e no bem-estar social, o desemprego e os efeitos colaterais dos medicamentos, também indicam que o modo de produzir ciência e tecnologia, amparado na neutralidade, não conseguia mais se sustentar (AULER, 2002; PALACIOS et al., 2003).

De forma paralela e posterior aos acontecimentos citados anteriormente, outras abordagens da sociologia da ciência começam a investigar a ciência como ação/atividade com base na própria produção do seu conhecimento e entendendo que ela está sujeita a demandas políticas e econômicas.

Destaca-se, entre essas abordagens, o Programa Forte, originário da Universidade de Edimburgo, esse programa defendia que a ciência é intensamente influenciada por fatores sociais, tais como políticos, econômicos, culturais, religiosos, entre outros, definindo-se, dessa forma, como um enfoque macrosocial (STRIEDER, 2012).

Outro destaque é dado às abordagens etnográficas que enfatizam o enfoque microssocial, ou seja, os ambientes onde as pesquisas são feitas. Nesse enfoque, a preocupação das práticas científicas seria a credibilidade e o crescimento dos grupos de pesquisa, destacando a importância da escrita para o trabalho científico (LATOUR; WOOGAR, 1979).

As análises de Pierre Bourdieu também se destacam como uma abordagem na qual o autor considera a ciência como um campo (ou o ‘campo científico’), o qual seria um espaço autônomo dotado de leis próprias e independente do mundo social que o envolve. Assim, para entender a ciência, torna-se necessário conhecer as interações no interior de seu campo e as relações com outros campos como o social, político e econômico (BOURDIEU, 2004 apud STRIEDER, 2012).

Esse cenário torna propício o estabelecimento das discussões sobre as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, e o debate político faz emergir nesse contexto o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (AULER, 2002).

O movimento CTS que emerge desse cenário vem contestar a concepção clássica que estabeleciam as relações entre a ciência e a tecnologia com a sociedade de caráter essencialista e triunfalista sintetizada no “modelo linear de desenvolvimento”: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social. Dessa forma, apesar do otimismo proclamado por esse modelo, o mal-estar causado pela ciência tornou-se evidente no mundo todo devido aos efeitos nocivos que nem sempre resultaram em riqueza e bem-estar social (PALACIOS et al., 2003).

De forma inovadora o movimento CTS busca a:

caracterização social dos fatores responsáveis pela mudança científica. Propõe-se em geral entender a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo (resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta), mas sim como um processo ou produto inerentemente social onde os elementos não-epistêmicos ou técnicos (por exemplo: valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e na consolidação das ideias científicas e dos artefatos tecnológicos. (PALACIOS et al., 2003, p. 126).

O movimento CTS pode ser entendido como uma proposta democrática de colocar os debates científicos e tecnológicos dentro da sociedade. Nesse sentido, a participação pública nos processos que envolvem a produção científica e tecnológica desconstrói o mito essencialista e neutro dessa produção, impactando de maneira positiva na pesquisa, nas políticas públicas e na educação (PALACIOS et al., 2003; STRIEDER, 2012).

Com o desenvolvimento dos estudos CTS, algumas tendências levaram autores a apresentarem *slogans* como: CTS+I, de inovação, CTS+P, de política, CTS+S, de sustentabilidade e CTS+A, de ambiente. No contexto educacional, as discussões mais acentuadas estão em torno do uso da letra A quando se pretende enfatizar as questões ligadas ao meio ambiente. Para este estudo, foi adotado o termo CTS entendendo que os temas sociocientíficos e sociotecnológicos estão implícitos nessa denominação, tornando-se redundante o acréscimo do A. Ao se reportar às origens do movimento CTS, observa-se a forte ligação deste com as investigações de Rachel Carson em torno dos efeitos nocivos do DDT sobre o meio ambiente e do impacto de seu livro “Primavera Silenciosa” sobre os cidadãos, indicando, dessa

maneira, que os estudos CTS surgiram num contexto de preocupação com o meio ambiente. Todavia, não se pretende tirar os créditos da denominação CTSA, visto que ambas as correntes buscam construir uma nova mentalidade, uma nova ética e uma nova práxis, objetivando um futuro sustentável (SANTOS; AULER, 2011).

Após a reflexão sobre o surgimento destes movimentos, serão discutidas a seguir tradições de estudo que iniciaram e caracterizam essas discussões no decorrer da história e de acordo com as necessidades locais e regionais.

2.2 AS TRADIÇÕES DOS ESTUDOS CTS

Os questionamentos sobre o modelo linear de desenvolvimento científico e tecnológico se desenvolveram em diferentes vertentes no âmbito social. Assim, pretende-se aqui apresentar um panorama resgatando as principais discussões nos movimentos que se originaram na Europa, na América do Norte e na América Latina.

Linsingen (2008) considera importantes as discussões dessas tradições visto que elas podem contribuir para as discussões dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS) no campo educacional, buscando, dessa forma, relacionar as necessidades regionais com as globais e o Pensamento Latino Americano em CTS (PLACTS) com o Ensino de Ciências e o contexto brasileiro.

2.2.1 As tradições europeias e norte-americanas

Cerezo (1998) pontua que os ECTS surgiram num momento importante de questionamento sobre a clássica visão essencialista e triunfalista das pesquisas em ciência e tecnologia. Essas discussões de cunho político buscam refletir o fazer científico-tecnológico numa perspectiva social, questionando o modelo linear de desenvolvimento. Dessa maneira, a regulação pública da ciência e da tecnologia (CT) proporcionou a criação de agências de regulação em vários países, o que permite identificar duas tradições originais, sendo uma europeia e uma norte-americana.

De acordo com Strieder (2012), a tradição europeia, também denominada acadêmica, teve sua origem de maneira institucionalizada. Estruturada em programas acadêmicos, essa tradição era composta por cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas, cuja intenção era investigar as influências da sociedade sobre o

desenvolvimento científico e tecnológico, dando maior ênfase na ciência, suas origens e mudanças nas teorias científicas. Já a tradição americana, também denominada social, originou-se, em sua maior parte, das reações dos movimentos sociais compostos por grupos pacifistas, ativistas dos direitos humanos, associações de consumidores e outros grupos que estavam preocupados com as consequências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos provocados, em grande parte, pelas obras de Thomas Kuhn e Rachel Carson. Assim, a ênfase dessa tradição era centrada na tecnologia, vista como forte influenciadora da estrutura e dinâmica social.

Pode se dizer que essa divisão atualmente está superada, ficando sua importância restrita às discussões iniciais (GARCÍA et al., 1996). Os ECTS se consolidam e abarcam discussões provenientes da História, Filosofia e Sociologia, focando a dimensão social da CT (PREMEBIDA; NEVES; ALMEIDA, 2011). Auler (2002) indica que ambas as tradições se constituíram numa diversidade de programas de colaboração multidisciplinar que enfatizavam essa dimensão social da CT. Assim, de acordo com García et al. (1996), Cerezo (1998) e Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009), elas compartilham de um certo núcleo comum: a) o rechaço da imagem de ciência como uma atividade pura, neutra; b) a crítica da concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra; e c) rejeição de estilos tecnocráticos (promoção da participação pública na tomada de decisões).

2.2.2 O Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS)

Além do eixo americano e do europeu, importantes discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade ocorreram em outros locais. Deve-se atentar para o perigo do consenso sobre essas duas grandes tradições, as quais exercem grande influência no desenvolvimento dos atuais estudos CTS, evidenciando a cultura ocidental e omitindo outras tradições. Assim, cabe destacar as reflexões desenvolvidas na América Latina por Dagnino, Thomas e Davyt (1996), denominando o Pensamento Latino Americano em CTS – PLACTS. Nesse pensamento, os autores questionam o modelo linear de inovação e desenvolvimento que conduz e organiza a política em CT.

Além disso, o PLACTS critica o modelo de política em ciência e tecnologia adotado nos países da América Latina baseado nos países ricos. A adoção dessas políticas vai à contramão das necessidades regionais. Assim, o PLACTS propõe o

fortalecimento de um projeto de política científico-tecnológica (PCT) nacional que seja claro e coerente com as particularidades locais. Dessa maneira, ocorreria o desenvolvimento dos países latino-americanos proporcionado pelo crescimento científico e tecnológico e implicando também o desenvolvimento econômico e social dos seus povos (DAGNINO, 2003).

Auler e Delizoicov (2015) indicam que o PLACTS surge num momento histórico em que a “transferência tecnológica” é muito evidente. Seus principais representantes eram Varsavsky (1969, 1976), Herrera (1971, 1973) e Sábado e Mackenzie (1982), pesquisadores argentinos cuja práxis questionava essa dinâmica e o modelo de industrialização por ela proposto. Assim, no processo de transferência tecnológica, não eram transferidas ferramentas neutras, mas modelos de sociedade, que ignoravam as demandas da sociedade latino-americana. Dessa forma, defendem uma PCT concebida com base nessas demandas historicamente relegadas.

Dagnino (2014) traz uma explanação de como essas demandas foram relegadas no decorrer da história dos povos latino-americanos devido à constituição das bases capitalistas nessas localidades. O autor inicia a reflexão diferenciando a formação do capitalismo nos países da América Latina e dos países da Europa e no Japão. Assim, na realidade europeia e japonesa, o feudalismo foi sendo substituído pelo capitalismo por meio de lutas entre grupos sociais que de forma lenta, complexa e variada formaram as nacionalidades e a solidariedade coletiva da nação. Já no contexto latino-americano, o Estado foi implantado de modo artificial pelos conquistadores antes da formação de uma nação. Dessa forma, no plano interno, o capitalismo “forçado” na América Latina dominou suas estruturas, como modo de produção, como hegemonia, como economia e como cultura, submetendo a sociedade à modernização seletiva caracterizada pela exploração e marginalização. No plano externo, ela globalizou-se, subordinando-se ao mercado mundial e condicionando-se à mundialização das relações sociais, econômicas e políticas, à financeirização e transnacionalização das economias, à perda de soberania dos Estados nacionais e à desregulação dos mecanismos de financiamento do setor público.

Dagnino (2014) pontua que esse processo de subalternidade e dependência fortalece a condição periférica desses povos, acentuando a miséria, a exclusão social, o desemprego estrutural, a marginalidade, os latifúndios improdutivos, a exploração

da mão de obra e os interesses particulares, veiculados por técnicos e especialistas, os quais diminuem a organização dos interesses coletivos.

As décadas de 1950 e 1960 marcam o cenário político da América Latina com eventos conturbados, como golpes militares, guerrilhas, bloqueio econômico a Cuba, entre outros. Na tentativa de produzir o crescimento econômico desses países periféricos, organizações internacionais introduzem o modelo institucional nos moldes europeus empregados no pós-guerra baseados no modelo linear de desenvolvimento (DAGNINO, 2015). Segundo Vaccarezza (1998), os programas de pesquisa e divulgação científico-tecnológica implementados nesse período, com intuito de melhorar o desenvolvimento tecnológico regional, não provocaram as mudanças esperadas. Esse fato demonstrou o quanto a política adotada para a CT latino-americana, transferida de maneira acrítica para sua realidade, não correspondeu às suas necessidades e especificidades regionais.

As políticas adotadas no contexto latino-americano são fortemente criticadas por Dagnino (2003, 2007b) e por Baumgarten (2008), que indicam que é preciso deixar de copiar os modelos que foram elaborados e implementados em outros países, buscando elaborar uma PCT que considere a realidade de cada país. Assim, essa política não pode ser orientada apenas pelas comunidades de pesquisa que planejam de acordo com seus interesses. Deve-se construir parcerias com outros setores da sociedade, promovendo, dessa forma, o desenvolvimento social de modo amplo.

Ao se permitir que apenas a comunidade científica desenvolva a PCT, se constrói a visão de que as implicações negativas de CT estão ligadas apenas à sua utilização e não à sua produção (DAGNINO, 2007a). Infelizmente, no Brasil, esta é a política adotada. Além disso, esse cenário político fica mais agravado devido à ideia do modelo linear de progresso. Tais concepções ajudam a fortalecer a visão neutra da ciência e da tecnologia.

Ainda com Dagnino (2014) e Silva (2008), encontra-se a necessária discussão do movimento da Tecnologia Social (TS), o qual se caracteriza pelo desenvolvimento de técnicas de interesse da sociedade, sendo por ela administrada e capaz de transformá-la, melhorando sua qualidade de vida. Dessa forma, a Tecnologia Social se diferencia das Tecnologias Convencionais (TC), pois estas são pautadas no lucro e visam manter o sistema capitalista vigente. Para a efetivação da TS, torna-se necessária a participação dos atores sociais envolvidos nos processos de tomada de

decisões democráticas. Discutir a TS é fundamental, visto que a Política de Ciência e Tecnologia brasileira não está vinculada às demandas de sua sociedade devido à visão neutra e determinista fortemente presente em sua comunidade de pesquisa. Esses autores defendem que uma nova PCT, que seja direcionada às demandas brasileiras, poderá ser consolidada por meio do fortalecimento do conceito e do movimento de TS.

Herrera (2003) também faz importantes críticas a esse modelo linear de desenvolvimento, indicando que o caminho do desenvolvimento dos países subdesenvolvidos deve ser focado nas necessidades básicas próprias. Nessa perspectiva, esse autor defende que:

[...] o bem estar dos indivíduos não será um subproduto do crescimento econômico geral – cuja versão para os países subdesenvolvidos é o efeito do ‘transbordamento’ – mas um objetivo específico, cuja realização condicionará toda a organização econômica e social (HERRERA, 2003, p. 40).

Autores como Vaccarezza (1998), Linsingen (2008), Avellaneda e Linsingen (2011) alertam para a falta de reflexões aos aspectos educacionais dos sujeitos, dentro das construções do PLACTS, considerando importante aproximar os ECTS latino-americanos e a pesquisa educacional.

As discussões dos pressupostos CTS, e do PLACTS, especificamente, confluem com os chamados estudos decoloniais. Esses estudos buscam compreender e denunciar o processo histórico de colonialidades que existem, em que uma sociedade subordina outra de acordo com seus interesses, e de maneira semelhante ao PLACTS, objetivam o desprendimento dos pensamentos enraizados pelas culturas dominantes, permitindo que as culturas dominadas possam desenvolver suas próprias maneiras de pensar e possam gozar do direito de dialogar com os outros pensamentos de modo horizontal, valorizando sua cultura e sociedade (SANTOS; MENESES, 2009).

Dessa maneira, um conjunto de intervenções epistemológicas, tratadas pelas chamadas Epistemologias do Sul, denunciam esses processos de dominação. Santos e Meneses (2009) pontuam que a epistemologia vigente eliminou da reflexão epistemológica o contexto cultural e político da produção e reprodução do conhecimento, trazendo consequências ao processo de produção de conhecimento. Ao tentar entender esse processo, os autores apontam que a intervenção epistemológica dominante só foi possível graças à intervenção política, econômica e

militar do colonialismo e do capitalismo modernos, que se impuseram aos povos e culturas não ocidentais e não cristãs (SANTOS; MENESES; NUNES, 2004). Tal intervenção provocou a supressão dos conhecimentos locais, uma vez que tais conhecimentos contrariam os interesses dos dominantes. Isso reduziu a diversidade epistemológica, cultural e política no mundo, sendo que as experiências que sobreviveram se submeteram à norma dominante e foram classificados como saberes inferiores próprios de seres inferiores. O caráter universal conferido à ciência moderna também é um fator produzido pela epistemologia vigente que desconsidera seu contexto sociopolítico e confere a ela a exclusividade do conhecimento válido. Da mesma forma, o colonialismo de outrora continuou sob a forma de colonialidade de poder e de saber, visto que o capitalismo global se constitui, para além de um modo de produção, como regime cultural e civilizacional, influenciando a constituição familiar, religiosa, gestão de tempo, mérito científico, relacionamentos, moralidades e comportamentos. Para tanto, deve-se reconhecer a pluralidade epistemológica presente no mundo e os conhecimentos por ela validados, dando visibilidade e credibilidade a suas ações e agentes sociais.

No contexto latino-americano, é necessário trazer à discussão as importantes influências do educador Paulo Freire na Educação CTS. Auler e Delizoicov (2006a) defendem essa influência ao pontuar que a maioria dos países da América Latina são marcados por carências materiais que não são tão evidentes nos países onde os movimentos CTS surgiram. Da mesma maneira que Santos, Meneses e Nunes (2004), Paulo Freire (1987) denuncia o processo colonialista que marcou a história desses países, marcando o que Freire denominou “cultura do silêncio”. Essa cultura se perpetua no tempo, impedindo que a sociedade possa participar de maneira democrática nos processos decisórios.

Nas palavras de Freire (1987), pode-se perceber como a realidade dos povos latino-americanos é afetada por esses processos históricos, indicando a condição de dominação ainda existente:

A invasão cultural, que serve à conquista e à manutenção da opressão, implica sempre a visão focal da realidade, a percepção desta como estática, a superposição de uma visão do mundo na outra. A “superioridade” do invasor. A “inferioridade” do invadido. A imposição de critérios. A posse do invadido. O medo de perdê-lo.

A invasão cultural implica ainda, por tudo isso, que o ponto de decisão da ação dos invadidos está fora deles e nos dominadores invasores. E, enquanto a decisão não está em quem deve decidir, mas fora dele, este apenas tem a ilusão de que decidiu.

Esta é a razão por que não pode haver desenvolvimento socioeconômico em nenhuma sociedade dual, reflexa, invadida (FREIRE, 1987, p. 158).

Assim, para Freire (1987), essas marcas culturais influenciam a vida das pessoas de tal forma que limitam sua liberdade, mesmo que estas não se deem conta de que vivem condicionadas a essas amarras. Neste sentido, as relações são marcadas por dois tipos de personagens: os opressores e os oprimidos. O opressor exerce sua ação sobre o oprimido buscando controlá-lo para seus interesses. Todavia, todo oprimido hospeda um opressor dentro de si, indicando, assim, a herança cultural a que todos estão submetidos. Libertar-se dessas duas condições é a condição necessária para a construção do “homem novo”. Cabe ao oprimido perder o medo e assumir sua liberdade, assim como ao opressor solidarizar-se com a situação do outro como oprimido injustiçado e furtado em seus direitos.

Nesse sentido, as ideias de Freire são articuláveis com os pressupostos dos estudos CTS, pois a busca pela participação democrática nos processos decisórios que envolvem a ciência e a tecnologia nesses estudos possuem semelhanças com a matriz filosófica e teórica defendida por Freire. Devido à forte vinculação que a sociedade contemporânea tem com o desenvolvimento científico e tecnológico, a leitura crítica do mundo proposta por esse educador será mais bem desempenhada com uma compreensão crítica das interações CTS (AULER; DELIZOICOV, 2006a; AULER; DELIZOICOV, 2006b; AULER, 2007; AULER; DELIZOICOV, 2015). Dessa maneira,

[...] para uma leitura crítica do mundo contemporâneo, potencializando para ações no sentido de sua transformação, consideram fundamental a problematização (categoria freiriana) de construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, consideradas pouco consistentes: superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico. Tais construções históricas, transformadas em senso comum, particularmente no contexto das investigações destes autores, parecem estar exercendo, dentre outras coisas, efeito paralisante, tal qual mitos, aspecto denunciado por Freire. Assim, a superação de uma percepção ingênua e mágica da realidade, uma leitura crítica requer, cada vez mais, uma compreensão dos sutis e delicados processos de interação entre CTS (AULER, 2007, p. 178).

A articulação entre os pressupostos dos ECTS e as concepções freirianas pode ser observada na Figura 1:

FIGURA 1: APROXIMAÇÃO FREIRE - CTS



FONTE: Auler; Delizoicov (2006b, p. 4).

Auler e Delizoicov (2015) fazem ainda uma importante reflexão sobre as aproximações do pensamento freiriano com o PLACTS. Para esses autores, tal aproximação permite a superação de um reducionismo presente nos encaminhamentos educacionais muito comum nos estudos CTS, em que a participação social na tomada de decisões sobre temas sociocientíficos está limitada a avaliar os resultados posteriores e impactos que as políticas de CT provocam. Dessa maneira, a investigação temática, defendida por Freire, traz uma série de reflexões que provocam a ruptura da concepção hegemônica de que cabe à sociedade apenas receber os produtos da CT sem a devida participação em sua elaboração. Também permitem a percepção da realidade local e a investigação dos problemas enfrentados pelas comunidades locais que reconhecem suas próprias demandas que, nesse caso, são os países latinos.

Na busca de sintetizar as principais ideias das tradições CTS, o Quadro 1 apresenta um resumo entre as tradições europeia, norte-americana e o PLACTS.

QUADRO 1 – DIFERENÇA ENTRE TRADIÇÕES DE ESTUDOS CTS

Tradição europeia	Tradição americana	PLACTS
Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens); Ênfase nos fatores sociais antecedentes;	Institucionalização administrativa e acadêmica nos EUA (em suas origens); Ênfase nas consequências sociais;	Institucionalização política e acadêmica na América Latina (em suas origens); Ênfase nas políticas públicas e economia;

<p>Atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia;</p> <p>Caráter teórico e descritivo;</p> <p>Marco explicativo: ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia etc.);</p> <p>Escolas ou estudos: o Programa Forte, o Programa Empírico do Relativismo EPOR, o SCOT ou construção social da tecnologia;</p> <p>Principais autores: Wiebe Bijker e Trevor Pinch.</p>	<p>Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência;</p> <p>Caráter prático e valorativo;</p> <p>Marco avaliativo: ética, teoria da educação;</p> <p>Escolas ou estudos: a participação cidadã nas políticas públicas sobre ciência e tecnologia;</p> <p>Principais autores: Dorothy Nelkin, Langdon Winner, K. Shrader-Frechette, D. Collingridge ou S. Carpenter</p>	<p>Atenção à ciência e tecnologia;</p> <p>Caráter político e social;</p> <p>Marco reflexivo: Ciências Sociais (Sociologia, Antropologia, Economia, Administração)</p> <p>Escolas ou estudos: pesquisadores oriundos das ciências duras, com um caráter <i>policy oriented</i> de viés político</p> <p>Principais autores: Varsavsky, Herrera e Sábato</p>
--	--	---

FONTE: Palacios et al. (2003, p. 128); Dagnino (2008a); Domiciano (2019)

Ao entender esse processo de construção das tradições dos ECTS, permite-se reconhecer que cada tradição se constituiu num determinado período histórico e de acordo com as necessidades e anseios de cada localidade. Assim, os estudos e conhecimentos construídos possibilitaram entender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade dentro de um determinado contexto histórico, social e político. Isso é relevante para o entendimento da realidade que se pretende investigar, marcada por diferenças culturais, econômicas, entre outras, como a do Brasil. Dessa maneira, as ideias defendidas pelo PLACTS serão as mais adequadas para o presente trabalho.

Para ampliar o arcabouço teórico, na busca de reconhecer melhor esse processo, será importante o entendimento da natureza de cada elemento da tríade CTS. O próximo item tratará dessa reflexão.

2.3 A importância da Natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade nos ECTS

Neste item, a discussão sobre a natureza da ciência, tecnologia e sociedade trará esclarecimentos necessários que possam trazer luz àquilo que constitui e que caracteriza os componentes CTS, visto que muitos pensamentos ingênuos, distorcidos e cultivados tradicionalmente, e intencionalmente, turvam os olhares e as

concepções que as pessoas têm, impedindo uma reflexão crítica e um agir no processo de transformação.

2.3.1 Natureza da Ciência

Já pontuamos anteriormente, com Dagnino (2008a), que a ciência moderna nasce buscando uma identidade que a identifique com a neutralidade e isenção dos contextos sociais, fazendo oposição ao pensamento religioso, cujo objetivo era o contrário: interferir nas relações sociais. Nesse momento histórico, é razoável entender esse processo devido à necessária ruptura entre o estado e os domínios da igreja, que cerceava a vida das pessoas e controlava intensamente a dinâmica social.

Assim, essa ação era carregada de intencionalidade, visto que, ao propor uma nova forma de se pensar a natureza, os defensores da ciência moderna negavam as ideias defendidas por pensadores anteriores, atribuindo-lhes a falta de rigor científico. Entre esses pensadores, Aristóteles figurava como o principal, e as ideias por ele produzidas eram aceitas pela igreja, desde que se alinhassem à doutrina e ao pensamento católicos vigentes.

Dessa forma, uma nova maneira de se pensar a humanidade e a natureza que a rodeia deveria estar baseada na busca de uma “verdade absoluta”, observável e objetiva. Esse pensamento marcou a visão indutivista, defendida por Francis Bacon e o Positivismo Lógico, proposto pelo Círculo de Viena, e a abordagem mertoniana com “influência” social. Essas três visões defendem que a ciência se desenvolve pelas observações, as quais possibilitam a coleta de dados pelos órgãos dos sentidos. Esses dados passariam pelo tratamento matemático, resultando em leis e teorias científicas validadas pelo método científico, e influências externas não poderiam participar deste processo (STRIEDER, 2012).

Esse pensamento vigorou e orientou as compreensões a respeito da ciência até o início do século XX, quando outras visões começam a interpretar o fazer científico de outros modos. Ao contestar a observação pura, Popper (1982) indica que toda observação é precedida por uma teoria. Kuhn (1982) aponta para o papel das influências filosóficas, religiosas e políticas na produção da ciência. As “influências” sociais também desempenham papel importante nesse processo, como o Programa Forte e as Abordagens Etnográficas, desenvolvidos na década de 1970, que negam a separação entre a ciência e a sociedade, e a visão transversalista que defende a

autonomia do campo científico resultante de forças transversais que o atravessam ligando a outros campos sociais (STRIEDER, 2012).

Nessa discussão, torna-se importante trazer o pensamento de Hayashi et al. (2010), o qual indica que os defensores do Programa Forte tinham ideias mais audaciosas que os sociólogos da ciência da época. Enquanto estes buscavam analisar o contexto social na qual a atividade científica está inserida, aqueles pretendiam instrumentalizar a sociologia para poder explicar a atividade científica dentro de sua capacidade intelectual e não apenas seu entorno.

Apesar de todos esses estudos e discussões sobre a NdC, o pensamento indutivista e o positivismo lógico marcam de maneira intensa os ideais e as concepções tanto da pesquisa científica quanto da organização social, reverberando até os dias atuais e logrando para si o desenvolvimento científico observado.

Dessa maneira, o forte impacto do avanço científico e tecnológico na vida das pessoas e na sociedade em geral não foi acompanhado de debates e reflexões críticas quanto às formas de produção desses conhecimentos nem ao seu emprego social, e muitas visões distorcidas proporcionaram a construção de concepções ingênuas, fortalecendo uma tradição equivocada quanto ao fazer científico-tecnológico. Desconstruir essa tradição passa necessariamente pelo conhecimento da natureza da ciência (NdC).

Em Moura (2014, p. 33), encontra-se a seguinte inferência:

De uma perspectiva bem ampla e geral, podemos dizer que a natureza da Ciência envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência. Compreender a natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada.

McComas, Clough e Almazroa (1998, p. 4, tradução nossa) apresentam a seguinte compreensão acerca da NdC:

A natureza da ciência é um campo fértil e híbrido que agrega elementos de vários estudos sociais da ciência, incluindo a história, sociologia e filosofia da ciência, compartilhando com a investigação das ciências cognitivas, tal como a psicologia, em uma ampla descrição do que é ciência, como ela funciona, como os cientistas operam como um grupo social e como a própria sociedade tanto dirige como reage ao empreendimento científico.

Na visão desses autores, a NdC indica que o fazer científico não é determinado apenas pela comunidade científica, mas agrega outras áreas do

conhecimento. Nesse sentido, outros autores, como Carvalho (2001), Gil-Pérez et al. (2001), Cachapuz et al. (2005) e Lederman (2007) discutem as contribuições e incorporações da NdC no Ensino de Ciências.

Gil-Perez et al. (2001) apresentaram uma pesquisa com sete visões deformadas sobre CT, as quais são discutidas na literatura e disseminadas entre professores. Assim, refletir sobre essas visões possibilita questionar concepções e práticas desenvolvidas sem a devida criticidade, buscando concepções epistemologicamente mais adequadas e que possam contribuir com uma prática de ensino científico-tecnológica mais eficaz.

Na visão **empírico indutivista e ateórica**, Chalmers (1993) chama a atenção, indicando a neutralidade nas observações e experiências científicas. Dessa forma, as proposições científicas e tecnológicas seriam consideradas apenas pela observação atenta. Tais proposições formariam a base para a construção de leis e teorias que compõem o conhecimento científico e tecnológico. Assim, não é considerado o papel das teorias prévias, valores, hipóteses e intenções do observador, bastando apenas “coletá-lo” na natureza.

Essas concepções empírico-indutivistas afetam tanto cientistas como professores, sendo a visão deformada mais estudada e criticada na literatura devido à sua intensa difusão (GIL-PÉREZ et al., 2001).

A visão **rígida**, também conhecida como **algorítmica, exata e infalível**, se baseia na aplicação do “método científico” entendido como um conjunto de etapas a seguir de maneira mecânica e sistemática, baseado num tratamento quantitativo e rigoroso que recusa a criatividade, as tentativas e as dúvidas inerentes na natureza do trabalho científico-tecnológico. Trata-se também de uma concepção amplamente difundida entre professores de ciências (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Pela visão **aproblemática e ahistórica**, de caráter fechado e dogmático, os conhecimentos são concebidos de maneira pronta e acabada, sem considerar os problemas que lhe deram origem, sua evolução e dificuldades encontradas na elaboração. Essa visão é reforçada pela omissão do sistema educativo, em que muitos professores reconhecem que não fazem referência aos problemas que estão na origem dos conhecimentos científicos a serem trabalhados, baseando-se nos livros didáticos que também se eximem do caráter problemático e histórico em diversas situações (GIL-PÉREZ et al., 2001).

A visão exclusivamente **analítica** considera os estudos da ciência em áreas separadas, limitando e simplificando os conhecimentos sem considerar os esforços de unificação e construção dos corpos de conteúdos numa perspectiva ampla. Essa visão impacta negativamente, constituindo-se como forte obstáculo aos processos de educação científica (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Nesse sentido, Feyerabend chama a atenção para o problema dessa separação e simplificação, indicando que:

a educação científica, tal como hoje conhecemos, tem precisamente esse objetivo. Simplifica a ciência, simplificando seus elementos: antes de tudo, define-se um campo de pesquisa; esse campo de pesquisa é desligado do resto da História (a Física, por exemplo, é separada da Metafísica e da Teologia) e recebe uma 'lógica' própria. Um treinamento completo, nesse tipo de 'lógica', leva ao condicionamento dos que trabalham no campo delimitado; isso torna mais uniformes as ações de tais pessoas, ao mesmo tempo em que congela grandes porções do processo histórico (FEYERABEND, 2011, p. 7).

A visão **acumulativa de crescimento linear** concebe o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico como fruto de um crescimento linear e cumulativo, no qual as crises e mudanças são ignoradas no processo. Essa visão também pode se constituir num grande obstáculo à educação científica, visto que a interpretação simplista da evolução dos conhecimentos aceitos hoje passa a imagem de um processo tranquilo e pacífico, que não se refere aos confrontos entre teorias rivais, às controvérsias científico-tecnológicas e à complexidade das mudanças (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Na concepção da **visão individualista e elitista**, os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, não fazendo referência ao trabalho coletivo e às trocas de conhecimentos entre equipes de pesquisa. Surge dessa visão a ideia de que o trabalho científico-tecnológico é um domínio reservado a uma minoria privilegiada, destacando discriminações de natureza social e apresentando-o como uma atividade quase exclusivamente masculina.

Linda Lear faz uma importante consideração sobre essa visão destacando a questão de gênero dentro da ciência ao se referir à prosperidade e visão salvacionista da ciência:

A população atribuía aos químicos, trabalhando em seus aventais brancos engomados em remotos laboratórios, uma sabedoria quase divina. Os resultados de seu trabalho eram ornamentados com a presunção de beneficência. Nos Estados Unidos do pós-guerra, a ciência era Deus, e a ciência era masculina (LEAR, 2010 apud CARSON, 2010, p.12).

A imagem deformada promovida pela visão socialmente neutra apresenta os cientistas como seres “acima do bem e do mal”, isolados em seus laboratórios isentos de influências externas e intencionalidades. Essa visão descontextualizada ignora as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e reforça a neutralidade dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Grande parcela da sociedade e dos professores cultivam essas visões distorcidas. Isso contribui para perpetuar a ideia de neutralidade e a perspectiva salvacionista da ciência. Torna-se urgente a ruptura com essas visões, começando pelas mudanças nos meios educacionais. Nesse sentido, Barbosa e Aires defendem que:

para haver uma mudança no modo como a Ciência é ensinada e para que as aulas de Ciências se tornem uma atividade mais próxima daquilo que os cientistas realmente fazem, os alunos poderiam conhecer aspectos relacionados aos fatores que influenciam o desenvolvimento dos conceitos científicos. E, para isso, questões relativas à Natureza da Ciência (NdC) poderiam estar mais presentes nas salas de aula. Dessa maneira, os alunos compreenderiam o conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico (BARBOSA; AIRES, 2018, p. 116).

Isto posto, pode-se entender que as imagens deformadas da ciência são fruto da primazia da visão indutivista e positivista que exerce grande influência nas diversas áreas do saber, inclusive na pesquisa científica e nos processos educacionais em ciências também. Essa visão também influencia as concepções sobre a natureza da tecnologia, a qual será discutida na sequência.

Para Krupczak e Aires (2018), as visões deformadas que foram apresentadas aqui, de acordo com Gil-Pérez et al. (2001), constituem-se em uma das vertentes de pensamento que discutem a NdC denominada de **aspectos consensuais**. Além desta, existe outra vertente denominada **compreensão familiar**. Essa linha surgiu como uma crítica à teoria dos aspectos consensuais que, segundo Irzik e Nola (2011), podem gerar confusões nas percepções dos educandos, levando-os a acreditar que a NdC é imutável historicamente, desconsiderando seu caráter evolutivo; desenvolver a ideia de que ao se considerar um fato do conhecimento científico como provisório pode produzir a imagem de que tal conhecimento não é confiável; e levanta-se diversos questionamentos sobre as influências da sociedade na ciência, buscando determinar o que é uma ciência boa ou ruim e como reduzir as influências ruins (IRZIK; NOLA, 2011).

Dessa maneira, Irzik e Nola (2011) defendem que existem quatro categorias de semelhança familiar que caracterizam um empreendimento científico: atividades: áreas diferenciadas pelo tipo de atividade ou atuação, podendo ser de observação, de uso de equipamentos e de técnicas experimentais ou teóricas; Metodologias: cada área usa uma metodologia específica sem obrigação de utilizar o método científico universal, desde que a atividade científica seja lógica e racional, produzindo dados confiáveis; objetivos e valores: cada área possui diferente finalidade; produtos: os resultados obtidos são diferentes, podendo ser dados experimentais, teorias, hipóteses, entre outros (IRZIK; NOLA, 2011).

Outros estudos indicam alguns problemas relacionados às visões consensuais sobre NdC, alegando que, ao se trabalhar sob o enfoque de listas fechadas, o processo de ensino e aprendizagem seria limitado e produziria distorções (ALLCHIN, 2011, 2013, 2017; HODSON, 2014; MATHEWS, 2012). Assim, para que ocorra maior entendimento da NdC, é importante abordá-la em contextos cotidianos que retratem a construção da ciência (BEJARANO; BRAVO; BONFIM, 2019).

Para Allchin (2011), a formação científica dos cidadãos deve ser feita de maneira contextualizada, demonstrando a construção histórica da ciência e contribuindo para o processo de sua alfabetização científica. Esse autor defende que “os alunos devem desenvolver um amplo entendimento de como a Ciência funciona para interpretar a confiabilidade das alegações científicas na tomada de decisões pessoais e públicas” (ALLCHIN, 2013, p. 4, tradução nossa).

Neste sentido, Allchin (2017) propõe um inventário de **Dimensões de Confiabilidade** da Ciência organizado em três dimensões assim resumidas: Observacional: dimensão que trata dos processos de observação, medição, dos experimentos e instrumentos utilizados. Conceitual: dimensão que analisa os padrões de raciocínio, assim como as dimensões histórica e humana envolvidas. Sociocultural: apresenta as instituições, o financiamento das pesquisas, as tendências de pesquisa e a comunicação.

Com intuito de ampliar ainda mais as visões sobre a ciência e a tecnologia, é imprescindível discutir também a **visão negacionista da ciência** que se difunde intensamente na sociedade, principalmente, com o advento das redes sociais.

Para Vilela e Selles (2020), as diversas críticas produzidas quanto à concepção empirista e positivista da ciência intentam localizá-la como uma produção humana e cultural, social e/ou economicamente interessada, cujos conhecimentos são

questionáveis e provisórios, mantendo intrínseca relação com a sociedade que o produziu.

Para essas autoras, conceber a ciência afastando-a de dogmas ou verdades inquestionáveis demonstra o valor necessário para a manutenção do desenvolvimento científico dentro de uma sociedade democrática. Entretanto, elas trazem o seguinte questionamento:

[...] o reconhecimento da Ciência nessas condições teria fertilizado o terreno para críticas mais agudas e extremas. As críticas produzidas agora estariam distorcidas no seu relativismo e na negação do empirismo e teriam sido apropriadas por discursos conservadores de maneira perversa? (VILELA; SELLES, 2020, p. 1729).

Vilela e Selles (2020) defendem que é preciso reafirmar a crítica, buscando distingui-la dos efeitos nefastos da sua apropriação indevida pelos negacionistas da ciência que bebem da fonte conspiracionista, que defendem a manutenção de valores ultraconservadores, que atacam a ascensão de minorias nas relações sociais e de poder. Utilizando-se de visões reduzidas da ciência, esses grupos negam as práticas científicas e tecnológicas baseadas em evidências, desprezando os complexos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico.

Envernizados por conceitos científicos superficiais, os discursos conservadores são difundidos à sociedade, principalmente pelas redes sociais, convencendo muitas pessoas por apresentarem uma narrativa simples de ser concebida e que colocam o conhecimento científico em dúvida (VILELA; SELLES, 2020).

Para Latour (2020) deve-se manter a crítica aos empreendimentos científicos e tecnológicos, entretanto, para além de se promover a compreensão e socialização desses processos, torna-se necessário colocar os indivíduos como partícipes. Uma das maneiras de se construir críticas à ciência sem prejudicar seu reconhecimento pela sociedade é a universalização dos mecanismos e processos de sua produção. Ou seja, deve-se promover a participação dos sujeitos nos processos de produção do conhecimento científico, capacitando-os na tomada de decisão sobre suas influências nas políticas públicas como se defende nos pressupostos dos movimentos CTS (VILELA; SELLES, 2020).

Esta multiplicidade de concepções sobre a NdC demonstra o quanto a prática científica pode ser influenciada por diversos elementos sociais. Entretanto, para um

direcionamento dos estudos aqui apresentados optou-se por focar as investigações dentro das concepções que se alinham aos aspectos consensuais.

2.3.2 Natureza da tecnologia

Miranda (2002) defende a tese de que a tecnologia moderna é moldada pela visão empirista da realidade e pelo conhecimento científico, assim como foi exposto no item anterior quando se discutiu o nascimento da ciência moderna e a NdC. A autora explica que o empirismo sustentou histórica e filosoficamente a aliança entre teoria e prática, promovendo a chamada “moderna ciência da tecnológica” (MARX, ano 1982 apud MIRANDA, 2002). A autora concorda com Marx, ao indicar que a tecnologia passou a utilizar-se dos conhecimentos científicos na solução de problemas práticos. Também ressalta que, junto com o empirismo, a aliança entre a técnica e a ciência (ou o conhecimento científico), fundamentou o conhecimento presente na tecnologia.

A autora continua indicando que, devido aos processos de modernização, a tecnologia adquiriu características próprias, tornando-se necessário diferenciar suas origens, conhecimentos próprios e aspectos éticos de sua composição, defendendo que a sociedade moderna é extensivamente permeada pela tecnologia, citando como exemplos a cibernética, automação, engenharia genética e computação eletrônica como ícones representativos da sociedade. “Por isso, refletir sobre a natureza da tecnologia, implica em tomar posição frente a ela, enquanto valoração deste fenômeno social” (MIRANDA, 2002, p. 21), e destacar a natureza da tecnologia (NdT) é de suma importância nas discussões aqui propostas. Dessa forma, essa autora analisa a NdT à luz da Filosofia da Tecnologia, buscando identificar suas dimensões ontológicas, epistemológicas e axiológicas que estariam assentadas no empirismo, no conhecimento científico e no utilitarismo ético.

Dagnino (2014) também faz referências ao processo de construção da ciência moderna e da tecnologia, considerando-os como indissociáveis e indicando o termo tecnociência para suas análises devido às intensas imbricações existentes entre essas áreas, principalmente após a segunda metade do século XX. Isso será discutido mais adiante. Também citando Karl Marx, Dagnino (2008) indica que este não desenvolveu uma teoria específica sobre ciência ou tecnologia, sendo que sua obra

oscila entre momentos de crítica à evolução da tecnologia e a sua capacidade de alienar a sociedade e a admiração às mudanças tecnológicas por ele observadas. Assim, esse autor apresenta três formas de entender a tecnologia na obra de Marx: neutra ou instrumental, subordinante e exploradora do trabalho e determinante de mudanças nos modos de produção.

Baseado nesses pressupostos marxistas, Pinto (2005) assinala que a humanidade cultiva um “maravilhamento” diante da natureza e de suas obras. Por não analisar o presente com sensibilidade histórica, ela cultua a ideia de viver um esplendor tecnológico, considerando sua era mais admirável e prestigiosa frente às eras anteriores. Essa ideia totalmente ingênua perpassou todas as gerações anteriores e não considerou que a tecnologia existe desde que a humanidade se constituiu na capacidade de elaborar projetos, bem como na realização dos objetivos e das ações para concretizá-los.

Esse autor continua indicando que podem ser observados quatro significados para o termo tecnologia. O primeiro a entende como estudo, teoria, ciência e discussão da técnica. O segundo compreende-a como uma equivalente simples e pura da técnica. O terceiro a significa como um conjunto de técnicas desenvolvidas numa sociedade em determinado período histórico, acepção utilizada para medir os avanços produtivos de determinada sociedade. O quarto e último significado é aquele que a atribui como ideologia da técnica. Pinto (2005) enfatiza que esse último significado é o que merece maior atenção, visto que ele explica o caráter falacioso e místico nas concepções de “sociedades tecnológicas”. De modo geral, ele enfatiza que a tecnologia não pode ser analisada como o mero estudo da técnica, mas está imbricada nas relações sociais.

Vargas (1994) também enfatiza a distinção entre técnica e tecnologia. Para ele, a tecnologia está associada ao uso do conhecimento científico na solução de problemas técnicos. Esse processo se inicia no começo do século XVII devido à forte crença no conhecimento produzido pela nascente ciência moderna e estabelecido na metade do século XX, momento em que a ciência conduz, efetivamente, as realizações técnicas. Para esse autor, o conhecimento científico e as necessidades técnicas são produtos da sociedade, assim a tecnologia deve ser concebida como uma cultura que cresce e evolui e não uma simples mercadoria.

Pacey (1990) e Vargas (1994) comungam das mesmas concepções ao analisarem a NdT. Assim, a tecnologia pode ser entendida como um conjunto de

conhecimentos, técnicas e habilidades; máquinas, ferramentas e instrumentos; recursos materiais e humanos; matérias-primas, produtos, resíduos e dejetos, caracterizando seu aspecto técnico. Também pode ser analisada como um produto da atividade econômica e industrial; atividade profissional de operários, técnicos e engenheiros; dos sindicatos; e dos usuários e consumidores, indicando seu aspecto organizacional. E, por fim, pode ser descrita como sistema de valores e códigos éticos, objetivos a serem alcançados, crenças no progresso, criatividade e consciência, apontando seu aspecto cultural.

Auler (2002) discute alguns mitos relacionados à percepção de CT concebidos como pilares e fortalecedores do modelo tradicional de progresso, no qual o bem-estar social é entendido como consequência linear e causal do desenvolvimento científico-tecnológico presumido de neutralidade. A construção desses mitos está totalmente conectada ao entorno social, econômico, político e cultural em que foram concebidos, expressando interesses de atores sociais hegemônicos que mobilizam a sociedade em torno de seus interesses e imobilizam movimentos que sinalizem mudanças.

Dessa maneira, a problematização e superação desses mitos possibilitam a democratização na tomada de decisões e permitem as reflexões necessárias entre CTS (AULER, 2002).

O Mito do modelo de decisões tecnocráticas reforça as ideias de que o desenvolvimento científico-tecnológico deve ser controlado exclusivamente por cientistas e tecnólogos, os quais seriam os mais capacitados a tomar as decisões, priorizar as áreas de atuação, resolver os problemas e proporcionar o bem-estar à sociedade (AULER, 2002).

Todavia, os impactos negativos observados em países que apresentavam grande desenvolvimento científico e tecnológico não conduziam de modo linear e automático ao desenvolvimento do bem-estar social, como exemplo as degradações ambientais e as guerras. Assim, começa a ser reivindicada a democratização de processos decisórios, retirando a exclusividade da comunidade científica quanto às decisões dos processos em CT (AULER, 2002, AULER 2011; SANTOS, 2011).

Auler (2011) denuncia que a tecnocracia transformada em ideologia serve de apoio para legitimar o capitalismo. Entretanto, tal proposição não se sustenta, pois, como visto anteriormente, um acúmulo maior de CT, necessariamente não resolve todos os problemas da humanidade. Para ilustrar essa situação Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) citam também as denúncias feitas por Raquel Carson, no livro

“Primavera Silenciosa”, quanto aos efeitos nocivos do DDT. As denúncias de Carson foram, de início, violentamente contestadas pela indústria química por políticos e vários cientistas. Ela travou uma intensa batalha contando com a ajuda de cientistas que pensavam de modo semelhante e cidadãos que compreenderam seus argumentos. Sem essa ajuda, a proibição do DDT seria feita bem mais tarde. Cidadãos estes, formados por mulheres e homens que, mesmo sem o nível de conhecimento dos cientistas e técnicos da época, se sensibilizaram à causa.

No Mito da perspectiva salvacionista, a percepção da ciência e da tecnologia, como forma de resolução de problemas e de todos os males da sociedade, bem como para a promoção do bem-estar social, foi propagada na sociedade, principalmente, na década de 1960. Ela trazia a ideia de que a ciência e a tecnologia poderiam contribuir para a melhoria na qualidade de vida de todos (AULER, 2002).

Assim, Auler (2002, p. 106) desmistifica esse mito ao propor que:

A ideia de que os problemas hoje existentes, e os que vierem a surgir, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT, estando a solução em mais e mais CT, está secundarizando as relações sociais em que essa CT é concebida. Muitas vezes, são essas relações as responsáveis, por exemplo, pela socialização dos aspectos negativos e pela privatização dos benefícios de determinadas tecnologias.

Dessa maneira, encontra-se em Auler (2002) vários exemplos que tiram a sustentação da premissa de que mais CT levam necessariamente a mais bem-estar social quando se analisam suas finalidades. Assim, na década de 1960, estima-se que mais de 45% dos cientistas trabalhavam em pesquisas militares, além de 64% dos gastos com produção de CT na Grã-Bretanha, na mesma época, foram destinados para esse mesmo fim. Estudos indicaram que a poluição do ar nas grandes cidades não pode ser controlada apenas com ajustes técnicos, como o proposto, sem considerar aspectos sociais e culturais, como no caso dos congestionamentos causados pelos automóveis em detrimento do uso do transporte público e da grande produção de alimentos no mundo contrastando com a fome de alguns povos. A produção de vários tipos de medicamentos também destoa das diversas formas de mortes que poderiam ser evitadas com medicações básicas, até mesmo em países desenvolvidos, além do aumento do número significativo de desempregados frente à informatização e robotização.

A mídia, por sua vez, colabora com esse mito ao levantar defesa e destacar os feitos da ciência e tecnologia sem abrir espaço para discussões e críticas na mesma proporção. Dessa forma, o progresso tecnocientífico amplia as desigualdades sociais, favorecendo o modo de produção que explora e segrega as pessoas (AULER, 2002).

O Mito do determinismo tecnológico está relacionado à ideia de que os avanços sociais estão intimamente ligados aos avanços da tecnologia. Para esse feito, a tecnologia deve ser autônoma e livre de intencionalidades, ligada à perspectiva do modelo linear de desenvolvimento que relaciona o progresso social à produção tecnológica. Seguindo essa lógica de autonomia e inovações acumulativas, a cultura e a sociedade passam a ser consideradas meros produtos das maravilhas tecnológicas (AULER, 2002).

Nesse sentido,

Sendo o desenvolvimento científico-tecnológico apresentado como irreversível, inexorável, representando a marcha do progresso, exclui a possibilidade de alterar o ritmo das coisas. A participação da sociedade em nada alteraria o curso do processo em andamento. Nesse modelo linear, está presente a ideia da inevitabilidade do processo e do progresso, alijando a sociedade da participação em decisões que envolvem seu destino (AULER, 2002, p. 115).

Dagnino (2008) propõe que o que está faltando na visão determinista é o impacto da cultura na tecnologia, o qual não deve ser imposto, mas mediado por concepções inovativas que reflitam as condições e os estilos de desenvolvimentos locais. A falta de vontade política e de um movimento popular que se proponha a criar um tipo diferente de sociedade industrial, baseada nas conquistas já existentes, promove e exalta o determinismo tecnológico. Nessa visão determinista, as desigualdades crescentes e os problemas ambientais, associados ao desenvolvimento, provavelmente não desaparecerão tão cedo, podendo, ainda, condenar o estilo de desenvolvimento atualmente dominante.

Para entender a origem desse determinismo, encontra-se em Osorio (2002) uma importante classificação de concepções e enfoques sobre a tecnologia. Assim, o autor apresenta o Enfoque Instrumental ou Artefactual no qual as tecnologias são consideradas como simples ferramentas ou artefatos construídos para realizar tarefas, resultado do conhecimento técnico empírico ou científico. Esse enfoque é o que determina o caráter neutro da tecnologia, conferindo o direito de decisão sobre o que

é tecnologicamente viável aos cientistas e engenheiros, retirando a participação da sociedade em sua discussão, mas responsabilizando-a por seu uso, uma vez que a tecnologia é considerada isenta de influências políticas e sociais e responde apenas a critérios de utilidade e eficácia. No Enfoque Cognitivo, encontra-se a diferenciação entre tecnologia e técnica, considerando a primeira como produto da aplicação da ciência e a segunda como as habilidades provenientes da atividade empírica sem a influência do conhecimento científico. Rejeitando a noção de tecnologia como ciência aplicada, esse enfoque questiona o modelo linear de desenvolvimento. Segundo Dagnino (2008), esse enfoque se aproxima do que ele denomina Tese fraca da não neutralidade. O último é o Enfoque Sistêmico, no qual a tecnologia é tratada como um sistema de ações carregadas de intenções e orientadas para a transformação. Ao se considerar a tecnologia como um conjunto complexo formado pelos materiais, artefatos, energia e os agentes que a transformam, esse enfoque seria o verdadeiro promotor da inovação social e cultural. Ao entender a tecnologia como construções sociais, esse enfoque possibilita a participação da sociedade nas decisões sobre a orientação da CT. Nesse sentido, essa classificação se aproxima daquilo que Dagnino (2008) denomina como Tese forte da não neutralidade.

Assim, as ideias apresentadas por Dagnino (2008) podem ser agrupadas em dois grupos: um com o foco na CT em que a “Neutralidade da CT” e o “Determinismo Tecnológico” fariam parte desse grupo, indicando que CT avançam de modo contínuo e inexoravelmente, seguindo seu próprio caminho, influenciando ou não a sociedade de alguma maneira; o outro com o foco na sociedade, em que participam desse grupo a “Tese fraca da não neutralidade” e a “Tese forte da não neutralidade”, assinalando quais CT são determinadas socialmente e tendem a reproduzir as relações sociais dominantes, incentivando ou inibindo as transformações sociais. Dagnino teve grande influência de Andrew Feenberg, outro autor inspirado no marxismo.

Feenberg (2010) compara a tecnologia com a mercadoria no entendimento de Marx, indicando que ela esconde toda uma relação de classes num determinado período histórico. Assim, a tecnologia cumpre um papel de se apresentar como neutra, a-histórica, reduzida a quesitos técnicos. Dessa maneira, o autor busca desconstruir essa apresentação propondo que ela é construída política e historicamente, como um artefato cultural.

Para tanto, Feenberg (2010) classifica-a em quatro vertentes: a) instrumentalista: perspectiva na qual a tecnologia é vista como ferramenta útil para as

peessoas, sempre benéfica para o progresso social, cujos efeitos ruins são fruto do mal uso social dela; b) determinista: nessa visão, a tecnologia é vista como mola propulsora da sociedade, garantindo seu avanço e progresso; c) substancialista: visão que entende a tecnologia com propósitos individuais ou sociais, incorporando valores substantivos que não escapam e não podem ser usadas para fins diferentes destes; d) crítica: essa classificação indica que a tecnologia não é uma ferramenta neutra e é usada para estruturar os modos de vida sociais permitindo o seu uso com mais liberdade, sem se negligenciar dos efeitos nocivos que provoca na sociedade, dessa maneira, ela incorpora pressupostos instrumentalistas e substancialistas.

Na releitura dos trabalhos de Feenberg (2010), Dagnino (2014) mantém as classificações determinismo, instrumentalismo e substantivismo alterando o apenas a teoria crítica, a qual denomina “adequação sociotécnica”. Suas concepções podem ser mais bem observadas na Figura 2:

FIGURA 2: VISÕES SOBRE A TECNOLOGIA DE ACORDO COM DAGNINO (2014)



FONTE: Dagnino (2014, p. 101).

Tanto a teoria crítica quanto à adequação sociotécnica entendem a tecnologia como uma construção social carregada de interesses e valores. Nesse sentido, ela deveria ser orientada por horizontes democráticos, possibilitando modos de vida alternativos ao sistema capitalista vigente. Dessa forma, a tecnologia tem um impacto muito grande no desenvolvimento social de uma determinada sociedade. No caso do Brasil, e demais países da América Latina, é importante analisar o tipo de política

adotada na promoção das tecnologias que mirem esses horizontes. Essa discussão foi feita no item 2.2.2.

Para Trigueiro (2008), a condição ontológica da tecnologia é plenamente condicionada pelo conteúdo social, o que marca a dinamicidade e imprevisibilidade de seu desenvolvimento, que na análise de uma situação concreta, é possível emergir decisões, conflitos, negociações e ações racionais consequentes. Ela não é uma realidade autônoma a qual a Humanidade estaria subjugada, “ao contrário, ela é forjada por complexos processos de decisões racionais, por conflitos os mais diversos, e mediante possibilidades múltiplas de realização [...]” (TRIGUEIRO, 2008, p. 18).

2.3.3 Natureza da Sociedade

Santos (2008), ao fazer uma análise crítica da cultura e da política praticadas nas relações sociais, critica de modo contundente a ciência assentada no paradigma positivista que se fundamenta nas seguintes ideias:

distinção entre sujeito e objeto e entre natureza, sociedade e cultura; redução da complexidade do mundo a leis simples susceptíveis de formulação matemática; uma concepção de realidade dominada pelo mecanismo determinista e da verdade como representação transparente da realidade; uma separação absoluta entre conhecimento científico – considerado o único válido e rigoroso – e outras formas de conhecimento como senso comum ou estudos humanísticos; privilegiamento da causalidade funcional, hostil à investigação das causas últimas, consideradas metafísicas, e centradas na manipulação e transformação da realidade estudada pela ciência (SANTOS, 2008, p. 15).

Esse autor pontua que esses ideais positivistas guiam não somente a ciência, mas também as sociedades fortemente influenciadas pela modernidade ocidental que tinham como tutores a Europa e os Estados Unidos, epicentros capitalistas. Nesse sentido, Santos (2008) recusa os modos de racionalidade, os valores e as narrativas desses tutores, buscando os excluídos dos modelos capitalistas, os quais chama metaforicamente de Sul.

Santos (2007) defende que elementos sociais subordinam a ciência aos interesses dos centros de poder econômico, social e político, orientando suas prioridades nas práticas científicas, o que nem sempre foi benéfico para a sociedade num sentido mais amplo, citando como exemplos as degradações ambientais e as bombas atômicas.

Beck (2010) defende que a busca por verdades absolutas e pelo interesse e progresso econômico direcionou os rumos da ciência na sociedade. Assim, esta se tornou uma “sociedade de risco” que, segundo esse autor, não reconhece e nem sabe lidar com os riscos por ela produzidos. No processo de modernização da sociedade industrial, o papel da ciência e da tecnologia são alterados e voltados a uma utilidade produtiva determinada pelo sistema, onde as ameaças e os riscos não são responsabilidades dela.

Esse autor prossegue indicando que o alto grau de especialização profissional, sua organização burocratizada e uma pretenciosa abstinência da práxis cegam a ciência, não permitindo que ela reaja aos riscos por ela mesmo produzidos. Dessa maneira, um ciclo se retroalimenta e se expande no qual mais ciência produz mais riscos, e mais ciência se torna necessária para “resolver” esses riscos. O rompimento com esse processo ocorrerá quando for reconhecida a importância das ciências sociais e como as ciências naturais são orientadas pela política que devem fortalecer as instituições democráticas as quais devem representar a sociedade em sua totalidade, não privilegiando apenas a economia, o ciclo produtivo, o complexo industrial, a ciência e a tecnologia.

Moraes (2007) e Japiassu (2005) tecem críticas a um entendimento ingênuo que a população, em geral, tem em relação à ciência, considerando-a infalível, absoluta, condutora inexorável ao progresso e bem-estar.

De acordo com Japiassu (1999), essa supervalorização da ciência é caracterizada pelo cientificismo, que atribui à ciência o mito da salvação da humanidade, considerando que todos os problemas humanos são resolvidos por ela. Da mesma maneira, atribui também o mito da neutralidade científica que isenta a ciência da devida reflexão sobre as suas consequências na sociedade.

Esse autor ainda indica que a ciência moderna nasce se contrapondo às crenças e à magia, entretanto sua atuação na sociedade acaba por produzir dogmas que são cultivados entre as pessoas, possibilitando o surgimento de crenças. Essas crenças surgem pelo fato de a ciência e tecnologia serem vistas ora como onipotentes e detentoras da “verdade absoluta” ora com descrédito por não conseguirem resolver todos os problemas demandados pela sociedade. Assim, Japiassu (2005) defende que a desmistificação da ciência (e da tecnologia) é algo necessário para que a sociedade a reconheça como uma produção social, que reflete os interesses de determinadas partes da sociedade.

Moraes (2007) pontua que a admiração ingênua para com a ciência nasceu em meados do século XVIII e teve seu ápice no século XIX, em que suas produções eram consideradas sempre benéficas para as pessoas. Tal admiração conferia também a ela uma característica de pensamento racional e objetivo que lhe atribuía um *status* cada vez mais alto, laureando-a de neutralidade frente às questões sociais. Entretanto, a promessa de abundância e bem-estar a todos não se concretizou, gerando críticas ao seu desempenho a partir de meados do século XX, principalmente devido às catástrofes e guerras e às inúmeras inovações científicas e tecnológicas que não resultaram no progresso social prometido.

Dessa maneira, a CT é, paradoxalmente, enaltecida e rechaçada pela sociedade. Essas visões dicotômicas não colaboram com o debate necessário sobre a CT, pois não expõem os interesses econômicos nem os valores sociais que direcionam suas intenções. Assim, Moraes (2007) alerta que é necessário observar os dois lados da ciência, ou seja, para as implicações positivas e negativas que tanto a ciência quanto a tecnologia produzem. Isso só será possível se a sociedade souber administrar o desenvolvimento científico-tecnológico, evitando ao máximo seus males, dentro de padrões morais e éticos ajustados às necessidades humanas e não ao sistema de produção atual.

Morin (2005) pontua que apesar de as ciências terem logrado grande quantidade de conhecimentos, também produziram muita ignorância devido à falta de contextualização. Para ele, uma reforma do pensamento é de extrema necessidade, buscando a ruptura com o modelo atual centrado na lógica da centralização, separação e hierarquização do conhecimento, pois esse modelo não dá condições para a apreensão da complexidade existente nos problemas da atualidade. Assim, a crítica de Morin (2005) vai além da ciência, estendendo-se a outras áreas de conhecimento e na organização social geral.

Além disso, afirma que “para conceber e compreender esse problema, há que acabar com a tola alternativa da ciência ‘boa’, que só traz benefícios, ou da ciência ‘má’, que só traz prejuízos” (MORIN, 2005, p. 16). Dessa forma, Morin (2011) e Moraes (2007) afirmam que é necessário um pensamento que seja capaz de compreender e perceber a complexidade inerente à ciência e à tecnologia.

A reforma do pensamento defendida por Morin (2005) consiste em reconhecer a verdadeira racionalidade imbricada com a afetividade, ultrapassando a racionalidade abstrata, e que dialogue com o real. Isso permite conhecer os limites da lógica, do

mecanicismo e do determinismo existentes no pensamento atual, abrindo espaço para a crítica da especialização e da abstração exageradas, rumo a uma organização mais articulada e contextualizada entre os conhecimentos (MORIN, 2009).

A preocupação desse autor com a participação social é perceptível quando ele afirma que “a ciência é um processo sério demais para ser deixado só nas mãos dos cientistas. Eu completaria dizendo que a ciência se tornou muito perigosa para ser deixada nas mãos dos estadistas e dos Estados”, assim como ao indicar que [...] “precisamos ir ao encontro dos cidadãos. É inadmissível que esses problemas permaneçam entre quatro paredes; é inadmissível que esses problemas sejam esotéricos” (MORIN, 2005, p. 133). Assim, ele defende uma “política da humanidade” em detrimento de uma “política de desenvolvimento”, o que permite o desenvolvimento da solidariedade entre os povos, evitando, assim, as interferências do modo de produção na manipulação desses povos. Para que isso ocorra, as decisões científicas devem passar pela reforma do pensamento na sociedade, abandonando o paradigma simplificador na busca do paradigma da complexidade (MORIN, 2011).

Habermas apud Zatti (2012) apresenta relevantes conceitos criticando a elevada racionalidade instrumental atribuída ao desenvolvimento técnico-científico como a única instância de verdade na sociedade. Habermas não propõe uma ruptura radical com a razão técnica, mas situá-la na compreensão da realidade, visto que não acontece uma crítica social à validade excessiva atribuída ao pensamento científico e tecnológico, a redução da práxis, a técnica e a universalização da ação racional a todas as esferas sociais (MACCARTHY, 1995).

Para Zatti (2012), esse filósofo alemão defende que a racionalidade comunicativa é o caminho para a libertação do mundo colonizado pelo sistema de produção, tecendo críticas intensas ao positivismo, à tecnocracia e à filosofia da consciência.

Ao criticar o positivismo, Habermas (1982, p. 23) apresenta a seguinte definição: “Recusar a reflexão, isso é o positivismo”. Essa recusa se dá pela confiança depositada no método científico, o qual intitula-se como a única maneira de se chegar à verdade. Assim, o positivismo nega a racionalidade construída dentro da interpretação e compreensão que ocorrem nas comunidades de pesquisadores num processo de debate crítico a fim de se obter o consenso para validar suas teorias (HABERMAS, 2011). Os efeitos do positivismo na técnica e na ciência são nocivos,

fortalecendo o sistema capitalista dentro da sociedade, apresentando o fazer científico e tecnológico como neutros e a-históricos. Nessa visão, as forças produtivas operam indicando que seu intento é a legitimação das classes dominantes que influenciam o sistema de trabalho social e excluem a população da discussão pública e política (HABERMAS, 2009). Nesse sentido, a crítica habermasiana se concentra também na filosofia da consciência, a qual defende a primazia do sujeito sobre o objeto, em que este é controlado por aquele, cujas categorias levam à construção de um saber objetivo no mundo onde a racionalidade se apequena ao modo como o sujeito, isolado, se orienta frente aos conteúdos de suas representações. Assim, ele defende uma intersubjetividade, em que a razão é intersubjetiva e interativa, buscando outros participantes na procura de um entendimento. Nesse aspecto, a linguagem se constitui nessa interação como recurso que insere a racionalidade comunicativa.

Os autores aqui apresentados não esgotam as discussões sobre a NdS dentro dos propósitos desta investigação. Contudo, as posições evidenciadas são suficientes para dar o suporte teórico necessário, compreendendo que, tanto a ciência quanto a tecnologia, são produções sociais orientadas por um modelo de produção que influencia a dinâmica social. Assim, o debate sobre a NdS dentro das pesquisas científicas e tecnológicas permite retirar a centralidade conferida aos tecnocratas ampliando a participação dos demais cidadãos.

Essas reflexões sobre a natureza da ciência, da tecnologia e sociedade elucidam e ampliam os horizontes sobre concepções simplistas e ingênuas cultivadas entre as pessoas. Tais concepções são pretensiosamente cultivadas buscando olhar a natureza de cada uma sem considerar as suas particularidades, mas também sem identificar as inter-relações existentes e como uma impacta sobre a outra. Ao entender que não existe neutralidade tecnocientífica, e que seus produtos nem sempre são bons para a humanidade, começa-se a romper com as influências do sistema capitalista vigente.

Essa percepção de que tanto a ciência quanto a tecnologia contribuem com a característica social moderna de dominação, colonialismo e hegemonia dos povos pode possibilitar reflexões e debates importantes nas diversas áreas do conhecimento, influenciando ações que possam romper com essa caracterização.

Dessa maneira, o próximo tópico a ser discutido será as influências da Educação CTS no Ensino de Ciências, em que será refletido como o processo de ensino pode colaborar com esse rompimento.

2.4 Relações entre Ensino de Ciências e a Educação CTS

Bocheco (2011) pontua que a forte influência exercida pela ciência e a tecnologia, nas diversas áreas sociais no percurso histórico, motivou diversos interesses que influenciaram os processos educacionais. Assim, as diversas mudanças que ocorreram inspiraram construções curriculares que carregavam posições políticas e visões sociais diversas.

Segundo Krasilchik (1987), durante as décadas de 1950 a 1960, o Ensino de Ciências era determinado pelo cenário internacional pós-guerra, sendo que a produção científica e tecnológica e os processos de industrialização indicavam os processos metodológicos e os conteúdos a serem ensinados nas escolas no corrente período. Os primeiros projetos educacionais foram motivados pela euforia da corrida espacial e o lançamento do satélite *Sputnik*, e sua ênfase eram as disciplinas científicas. Nos Estados Unidos surgiram grandes projetos de ensino que enfatizavam a formação de novos cientistas e engenheiros e marcavam um Ensino de Ciências baseado no uso de livros, na memorização e passividade dos estudantes. Tais projetos incluíam os mais modernos conhecimentos científicos e focavam aulas práticas desenvolvidas, em sua maioria, em laboratórios equipados. A finalidade era clara: formar uma elite de profissionais que conduziriam o processo de industrialização dos países numa visão neutra, cumulativa e maravilhada de CT (KRASILCHIK, 1987).

Aires (2006) apresenta algumas considerações sobre os trabalhos de Krasilchik concordando que, num contexto macro, os LD eram, em sua maioria, traduções de obras europeias fora do contexto brasileiro onde a formação docente era precária e o ensino livresco, memorístico e passivo. Entretanto, Aires (2006) aponta que, apesar de toda a intencionalidade existente no modelo de ensino da época, era possível observar exceções que indicavam um processo de ensino mais crítico, ou seja, existiam propostas isoladas que destoavam das tradicionais formações.

De 1960 a 1970, o “Método Científico”, como instrumento único e confiável na visão positivista, é incorporado ao Ensino de Ciências, fazendo uso de metodologias como a aprendizagem por descoberta. Entretanto, a popularização do ensino tenciona para a formação dos sujeitos que conviviam com os produtos da ciência e da tecnologia. Nota-se a necessidade de formar cidadãos para a resolução de problemas e participar em espaços democráticos envolvendo CT, com base no uso da lógica e racionalidade (KRASILCHIK, 1987).

No Brasil são criados os Centros de Ciências nesse mesmo período entre os anos de 1963 e 1965, pelo Ministério da Educação e da Cultura, que produziam recursos audiovisuais, materiais didáticos, cursos de atualização e treinamento de professores. Em 1964, com o Golpe Militar e a instauração da ditadura, o objetivo era a modernização do país, colocando o Ensino de Ciências como mecanismo para a formação de mão de obra qualificada para o mercado de trabalho (KRASILCHIK, 1987).

Nas décadas de 1970 e 1980, discussões mais amplas começam a questionar a proposta de Ensino de Ciências focada na formação de mão de obra qualificada para o mercado e novos cientistas e engenheiros. Incentivada pelas provocações que vinham das áreas humanas, as quais percebiam que os produtos da CT também influenciavam negativamente a sociedade, as propostas de ensino para educação científica e tecnológica começavam a indicar uma formação de sujeitos capazes de refletir sobre as implicações sociais e ambientais da produção científica e tecnológica (KRASILCHIK, 1987; SANTOS, 2008b; BOCHECO, 2011).

O movimento CTS se tornou mais evidente no Brasil a partir da década de 1990 no campo de pesquisa em Educação em Ciência e Tecnologia (CHRISPINO et al., 2013). Dessa forma, o ensino de Ciências, que até então evidenciava a formação de cientistas, passou a ter como objetivo a formação de cidadãos mais críticos, capazes de articular os domínios da ciência, da tecnologia, da sociedade, orientando-os para a tomada de decisão (SANTOS, 2007a). Eventos e Programas de Pós-graduação começam a promover e divulgar pesquisas envolvendo os estudos CTS (SANTOS, 2008b). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1998 incorporam os pressupostos CTS visando o desenvolvimento de competências e habilidades para o exercício da cidadania (BOCHECO, 2011; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Nesse sentido, os PCN promoveram de maneira intensa a Educação Tecnológica, a qual prima pela compreensão da origem e do uso dos artefatos e mentefatos na sociedade atual, desvencilhando-se da mera ideia de confecção e aplicação desses (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) indicam que um dos campos de investigação e ação social do movimento CTS tem sido o educativo desde seu início a mais de trinta anos. Nesse campo de investigação, percebe-se a necessidade de renovar a estrutura curricular dos conteúdos, colocando a ciência e a tecnologia em concepções permeadas aos contextos sociais.

Nesse sentido, Santos e Mortimer (2002, p. 3, grifo dos autores) defendem que um currículo com enfoque CTS deve apresentar os seguintes requisitos:

- (i) *ciência* como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais;
- (ii) *sociedade* que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia;
- (iii) *aluno* como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e
- (iv) *professor* como aquele que desenvolve o conhecimento e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.

Bocheco (2011) defende que o enfoque CTS não se caracteriza como uma nova metodologia, prática docente ou forma de organizar conteúdos que intente resolver todos os problemas da educação. Seu objetivo é o reconhecimento dos conhecimentos científicos e tecnológicos, buscando a reestruturação curricular com base no meio sociocultural dos estudantes, preparando-os para o exercício da cidadania, opondo-se àquele que defende a formação de especialistas pautado na assimilação de conceitos científicos e tecnológicos.

Alguns autores como Santos e Schnetzler (1996), Santos e Mortimer (2002), Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) e Santos (2008b) afirmam que nem todos os currículos que se apresentam no enfoque CTS estão imersos nas discussões de suas relações. Dessa maneira, pode-se observar classificações e categorizações de cursos e currículos com distintos enfoques CTS.

Diante disso, oito categorias para os cursos CTS são propostas por Aikenhead (1994). Observa-se uma articulação crescente entre CTS, da primeira, cuja articulação é fraca, até a última, que potencializa ao máximo essa articulação, conforme pode ser verificado no Quadro 2.

QUADRO 2 – CATEGORIAS DE ENSINO CTS

Categorias	Descrição
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.

Continua

Cont. Quadro 2

3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
4. Disciplina Científica (Química, Física e Biologia) por meio do conteúdo de CTS.	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco de ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS.	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

FONTE: Aikenhead (1994) *apud* Santos; Mortimer (2002, p. 15-16).

De acordo com Aikenhead (1994), as categorias de 1 a 3 correspondem ao ensino tradicional em ciências utilizando abordagens meramente motivadoras sobre as interações CTS em que o foco é a percepção dos ambientes naturais com conhecimentos científicos teóricos pelos estudantes. Já as categorias de 4 a 8 correspondem a um processo de ensino influenciado pelos pressupostos CTS com mais intensidade, no qual é possibilitado que o estudante possa enxergar seu entorno partindo de suas concepções, bem como desenvolver o conteúdo científico partindo de suas necessidades.

Palacios et al. (2003) e Bazzo, Pereira e Linsingen (2008) também indicam que existe outra classificação na literatura que se baseia em três categorias:

introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência vista através de CTS; e, por último, CTS puro.

No enxerto CTS, nota-se a introdução de temas sociais nas disciplinas de ciências, caracterizando-se pela motivação ou complementação dos conteúdos científicos. Na ciência e na tecnologia vistas por meio dessa abordagem, os conteúdos são estruturados ou orientados com base em CTS, possibilitando que uma problemática possa ser entendida pela seleção dos conteúdos científicos e tecnológicos pertinentes. Tal processo pode capacitar o estudante a tomar decisões e entender os problemas sociais, relacionando-os com a ciência e a tecnologia. No CTS puro os conteúdos científicos passam a ser subordinados e as relações entre a tríade são o objetivo principal (PALACIOS et al., 2003).

Ao buscar uma diferenciação entre os processos educacionais tradicionais e os que são orientados pelo enfoque CTS, Santos e Schnetzler (2003) citam as ideias de Barrentine (1986), o qual explica o que seria o ensino “através da ciência” e o ensino “para a ciência”. No primeiro, se enquadra o ensino de CTS, cujo objetivo é preparar o cidadão partindo do conhecimento científico e suas implicações para a vida do indivíduo e dos temas sociais. No segundo, encontra-se a educação científica tradicional que se baseia na formação profissional e especializada por meio do conhecimento científico geral, que concebe a ciência como universal e valorada por si mesma e não pelas suas interfaces sociais.

De outro vértice, Santos e Schnetzler (2003) apresentam a caracterização proposta por Mckavanagh e Maher (1982), na qual esses autores defendem a presença de nove aspectos de uma proposta de ensino genuinamente pautada no enfoque CTS. Esses aspectos podem ser verificados no Quadro 3.

QUADRO 3 – NOVE ASPECTOS DA ABORDAGEM DE CTS

Aspectos da Abordagem CTS	Esclarecimentos
1. Natureza da ciência	1. Ciência é uma busca de conhecimento dentro de uma perspectiva social.
2. Natureza da tecnologia	2. Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da sociedade	3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.

Continua

Cont. Quadro 3

4. Efeito da ciência sobre a tecnologia	4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5. Efeito da tecnologia sobre a sociedade	5. A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da sociedade sobre a ciência	6. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7. Efeito da ciência sobre a sociedade	7. Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da sociedade sobre a tecnologia	8. Pressões de órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9. Efeito da tecnologia sobre a ciência	9. A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

FONTE: Mckavanagh; Maher (1982) apud Santos; Schnetzler (2003, p. 65).

Essa classificação será discutida na presente pesquisa para a análise dos dados constituídos com a investigação do tema Energia Elétrica nos LD de Física do 3º ano do Ensino Médio e a produção da sequência didática com o mesmo tema, e serão feitas algumas considerações sobre seu uso e as limitações que sua interpretação superficial pode induzir.

Posto sobre a importância da Educação CTS para o Ensino de Ciências, torna-se necessário, no âmbito desta pesquisa, discutir sobre indicativos levantados por pesquisas em livros didáticos de Ciências e Física e as concepções que o Guia PNLD 2018 apresentam em concordância à Educação CTS. Essa discussão será feita a seguir.

2.4.1 Indicativos de pesquisas sobre livros didáticos de Ciências e as concepções de Educação CTS presentes no Guia PNLD 2018

Os livros didáticos se constituem, atualmente, em um recurso pedagógico muito usado pelos professores. O livro escolhido pelo professor pode auxiliá-lo no processo de ensino, produzindo um impacto significativo no processo de aprendizagem dos estudantes. Assim, busca-se, nesse momento, investigar como os livros didáticos de Física do terceiro ano do Ensino Médio estão contemplando os

conteúdos sobre a eletricidade dentro dos pressupostos da Educação CTS que se defende nesta proposta.

Santos e Carneiro (2006) assinalam que as pesquisas sobre os livros didáticos de ciências (Ciências da Natureza, Física, Química e Biologia) são antigas e muito investigadas no Brasil desde a década de 1970. Entretanto, o tema está longe de ser exaurido, visto que as pesquisas realizadas se atêm, predominantemente, sobre as características dos livros, análise de seus conteúdos, metodologia, adequação e correção, sendo inexpressível o número de estudos que se destinam ao uso do livro com os estudantes. Nos poucos trabalhos pesquisados pelos autores, constata-se que o livro didático tem sido utilizado como mero recurso para resolução de exercícios escolares.

Assim, Richaudeau (1979) pontua que o livro didático pode exercer três funções básicas: de informação, de estruturação e organização da aprendizagem e de guia do estudante na apreensão do mundo que o rodeia. Sendo um mero recurso de resolução de exercícios, o livro didático será um limitador na formação social, induzindo o estudante à repetição e à imitação dos modelos que apreendem o real, deixando de integrar as experiências e desenvolver uma atividade livre e criativa.

Para Choppin (2004), o livro didático possui quatro funções: referencial, documental, instrumental e ideológica e cultural. Na primeira função, ele seria o depositário dos conhecimentos técnicos e conteúdos programáticos de uma disciplina; na segunda, ofereceria um conjunto de documentos (em textos ou ícones) para o desenvolvimento da criticidade dos estudantes; na terceira, evidenciaria práticas e métodos de aprendizagem como auxiliares na aquisição de competências; e, por fim, na última, seria um vetor indicativo da língua, da cultura e dos valores dos dirigentes sociais.

Historicamente, os livros didáticos foram utilizados para diversas finalidades. Entretanto, a finalidade pedagógica nem sempre foi o foco central de suas políticas. Assim, com a expansão do sistema de ensino, a indústria do livro didático reconheceu um potencial econômico enorme a ser explorado. Krasilchik (1980) indica que na década de 1970, as condições precárias de recursos materiais, humanos e na formação de professores não atendiam adequadamente à crescente demanda de estudantes na Educação Básica. Esse contexto favorece a publicação de livros didáticos de ciências com baixa qualidade pedagógica, que não exigiam tempo do

professor para planejamento de suas aulas e que tinham como função ocupar o tempo dos estudantes por meio da resolução de exercícios. Soma-se a isso a pressão feita pelos vestibulares, influenciando os livros a resumir os conteúdos, usar truques de memorização e uso intensivo de questões no estilo das provas que aplicavam (SANTOS; CARNEIRO, 2006).

A influência do sistema econômico é notável, visto que o livro didático, uma vez considerado como mercadoria, é regido pela busca de lucro fácil e seguro, mantendo uma padronização nos textos com poucas diferenciações e revisões, prevalecendo os critérios de mercado em detrimento dos pedagógicos (LOGUERCIO; DEL PINO; SOUZA, 2002).

Pesquisas acadêmicas indicam que algumas melhorias ocorreram nos livros de ciências no decorrer dos anos, principalmente nos aspectos gráficos e visual, na correção conceitual, eliminação de preconceitos diversos e cuidados com informações que possam causar riscos à integridade física dos alunos (MEGID NETO; FRACALANZA, 2006a).

Em outros aspectos, outras avaliações desses livros indicam que os mesmos continuam inadequados e com excessiva padronização (FRACALANZA, 2006b). Nesse sentido, Santos e Carneiro (2006) defendem também que as preocupações mercadológicas reduziram a função dos livros didáticos a de realização de tarefas e exercícios de fixação, perdendo a sua função referencial e documental.

Para Rosa (2017), as exigências indicadas pelos editais do PNLD contribuíram para a melhoria da qualidade dos LD no decorrer do tempo. Entretanto, a autora adverte que a mercantilização envolvida na produção desses instrumentos promove as ideologias dominantes que atendem aos interesses políticos do estado, nem sempre promotores de uma formação emancipatória dos indivíduos. Rosa (2017) também se preocupa com o fato de existir uma indústria cultural que padroniza o currículo das coleções didáticas e que, apesar de serem gastos muitos recursos no programa, não existe uma relação direta entre a distribuição dos LD de Ciências com a melhoria no ensino dessa componente curricular.

Assim, neste presente estudo, busca-se explorar como o tema energia elétrica está organizado dentro da perspectiva CTS que defende, alinhado às posições dos autores aqui discutidos.

Leite, Garcia e Rocha (2011) apresentam uma pesquisa com artigos que analisaram LD de Ciências e Física de 1996 a 2010. Entre as categorias investigadas, os autores apontam que na categoria Metodologia foram pesquisados quinze artigos e, destes, somente dois discutiam a abordagem CTS. E esses artigos indicam que a abordagem CTS presente nos livros investigados é questionável, demonstrando que “as obras analisadas não dão conta de formar alunos para o exercício da cidadania e que muitas apresentam os resultados da construção científica como um produto acabado, negligenciando todo o processo de construção do conhecimento” (LEITE; GARCIA; ROCHA, 2011, p. 11748 e 11749).

No Guia do PNL D 2018 de Física, encontra-se uma reflexão inicial sobre elementos considerados fundamentais nas propostas de ensino que os livros indicados devem apresentar, apontando para o papel da contextualização, da problematização, atividades experimentais e investigativas e a utilização de recursos computacionais. O documento sintetiza as reflexões indicando que as demandas sociais atuais trazem novos desafios educacionais, sendo necessária uma educação científica e tecnológica que forme um cidadão contemporâneo dentro das perspectivas humanistas, sociais, econômicas e políticas. Assim, o documento prossegue defendendo que:

A relevância do ensino de Física, numa perspectiva mais humanista, pode ser identificada pela possibilidade de capacitar os sujeitos em um universo técnico-científico, permitindo que participem da cultura de seu tempo; e em levá-los, a partir dos conhecimentos adquiridos/construídos, a decodificar seu mundo, tornando-o menos obscuro. Na dimensão social, a relevância de uma educação científica pode ser reconhecida a partir de seu potencial para reduzir as desigualdades produzidas pela falta de compreensão das tecnociências. Esses elementos favorecem, ainda, a compreensão dos problemas socioambientais que afligem todos os seres do planeta e comprometem seu equilíbrio dinâmico, o que poderá despertar nos estudantes o compromisso com a redução ou eliminação desses problemas, assim como a busca da sustentabilidade e de formas de organização da sociedade que evitem a degradação socioambiental. Há, ainda, as dimensões políticas, que apontam a educação científica como possibilidade de contribuir para que os estudantes, reconhecendo-se como cidadãos, possam atuar de forma crítica em debates e tomadas de decisões sobre assuntos de relevância social que envolvam a ciência e a tecnologia (BRASIL, 2017, p. 16).

O Guia do PNL D (2018, p. 21-26) traz ainda um conjunto de indicadores que implicam na recomendação (ou não) da coleção dos LD de Física. Esses indicadores estão separados em cinco blocos. Assim, serão apresentados esses blocos e seus

indicadores para essa discussão, buscando relações implícitas ou explícitas com a Educação CTS.

O Quadro 4 apresenta o Bloco 1, que trata sobre a legislação e a cidadania como quesito a ser considerado nos textos, destacando as palavras que remetem à CTS.

QUADRO 4: BLOCO 1 – LEGISLAÇÃO E CIDADANIA

Bloco 1 – legislação e cidadania	
Aspecto avaliado: respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao Ensino Médio (Constituição Brasileira; ECA; LDB 1996 e respectivas alterações; DCNEM; Resoluções e Pareceres do CNE), assim como observância de princípios éticos e democráticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social.	
1	Reconhece o Ensino Médio como etapa final da educação básica (LDB/DCNEM) não tendo caráter exclusivamente propedêutico;
2	Favorece o desenvolvimento de aspectos relevantes para a preparação básica do estudante para o mundo do trabalho (LDB/DCNEM);
3	Favorece a autonomia intelectual e o pensamento crítico (LDB/DCNEM);
4	Favorece o reconhecimento da criança e do adolescente como cidadãos (ECA);
5	Considera, na apresentação dos textos e ilustrações, assim como nas atividades propostas, a atenção à integridade física, moral e psicológica;
6	Respeita os valores éticos e sociais da pessoa e da família (ECA), estando isenta de ilustrações, fotografias, legendas, crônicas ou anúncios de bebidas alcoólicas, tabaco, armas e munições, assim como de ilustrações e/ou mensagens que difundam marcas, produtos ou serviços comerciais;
7	É isenta de estereótipos e preconceitos de condição socioeconômica, regional, étnico-racial, de gênero, de orientação sexual, de idade, de linguagem, de religião, de condição de deficiência, assim como qualquer outra forma de discriminação ou de violação de direitos humanos;
8	É isenta de doutrinação religiosa política e/ou ideológica, respeitando o caráter laico e autônomo do ensino público;
9	Adota metodologias de ensino e de avaliação que estimulam a iniciativa dos estudantes (LDB- artigo 36, parágrafo 2º);
10	Favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos de processos produtivos , relacionando a teoria com a prática no ensino (LDB/DCNEM);
11	Favorece a integração de conhecimentos gerais na perspectiva da interdisciplinaridade e da contextualização (DCNEM - artigo 5º item VI);
12	Favorece o desenvolvimento do currículo como proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade , expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais , articulando vivências e saberes dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento de suas identidades e condições cognitivas e socioafetivas (DCNEM, artigo 6º);
13	Favorece o reconhecimento da ciência como o conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade (DCNEM, artigo 5º, item VIII, § 2º);
14	Favorece o reconhecimento da tecnologia como a transformação da Ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e sua produção, marcada, desde sua origem, pelas relações sociais que a levaram a ser produzida (DCNEM, artigo 5º, inciso VIII, § 3º);

Continua

Cont. Quadro 4

15	Favorece o desenvolvimento da capacidade de pensamento crítico sobre questões socioambientais e sustentabilidade e a compreensão das dimensões científica, ética e política, nelas envolvidas.
----	---

FONTE: Brasil (2018, p. 22, grifo nosso).

Os aspectos do Bloco 1 estão de acordo com os princípios da educação CTS que, de forma geral, priorizam pela formação crítica e social, preparando o indivíduo para vivência comunitária, respeito às diferenças, para as relações de trabalho, reconhecimento da ciência e tecnologia em suas respectivas naturezas, importâncias e influências no meio ambiente.

Prosseguindo, é apresentado o Bloco 2 no Quadro 5, que analisa a abordagem teórico-metodológica e proposta didática que as coleções de livros assumem.

QUADRO 5: BLOCO 2 – ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA E PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA

Bloco 2 - abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica	
Aspecto avaliado: adequação e coerência da abordagem teórico-metodológica assumida pela coleção com a proposta didático-pedagógica desenvolvida e com os objetivos visados. A coleção deve: <ul style="list-style-type: none"> • escolher uma abordagem metodológica capaz de contribuir para a consecução dos objetivos educacionais em jogo; • ser coerente com a abordagem assumida, do ponto de vista dos conteúdos de ensino apresentados, bem como recursos propostos; • respeitar a perspectiva interdisciplinar na apresentação e abordagem dos conteúdos. 	
1	Apresenta coerência entre a fundamentação teórico-metodológica presente no Manual do Professor e o conjunto de textos, atividades, exercícios que configuram o Livro do Estudante;
2	Organiza-se – tanto do ponto de vista dos volumes que compõem a coleção, quanto das unidades estruturadoras de cada um desses volumes – de forma a possibilitar, ao longo da obra, uma progressão em direção a aprendizagens de maior complexidade;
3	Contempla de forma equilibrada o conjunto de conhecimentos da Física como disciplina acadêmico-científica de referência ;
4	Evita tratar os conceitos centrais da Física de forma compartimentalizada (procurando, por exemplo, integrá-los a diferentes contextos e/ou situações da vivência cotidiana);
5	Introduz/apresenta tópicos ou assuntos levando em consideração concepções alternativas ou experiências socioculturais típicas de estudantes da Educação Básica ;
6	Utiliza o vocabulário científico como um recurso que auxilia a aprendizagem das teorias e explicações físicas, sem privilegiar a memorização de termos técnicos e definições ;
7	Contribui para a apreensão das relações entre os objetos de ensino-aprendizagem propostos e suas funções socioculturais ;
8	Utiliza a contextualização e a interdisciplinaridade como elementos de organização didático-pedagógica de assuntos e desenvolvimento de atividades;
9	Explora as articulações possíveis entre os componentes curriculares de uma mesma área e entre diferentes áreas;
10	Contempla a História da Ciência articulada aos assuntos desenvolvidos , evitando reduzi-la a cronologias, biografias de cientistas ou a descobertas isoladas;

Continua

Cont. Quadro 5

11	Propõe discussões sobre as relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente , possibilitando a formação de um cidadão capaz de apreciar e se posicionar criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e tecnologia sobre a vida social e individual ;
12	Favorece o desenvolvimento do pensamento autônomo e crítico , a partir dos objetos de ensino-aprendizagem propostos;
13	Oferece a oportunidade de aprofundamento de conhecimentos sobre assuntos científicos e tecnológicos mediado por diferentes linguagens (como, por exemplo, mídia, arte, música e outras formas de expressão cultural);
14	Estimula o estudante para que ele desenvolva habilidades de comunicação oral e escrita , propiciando leitura e produção de formas diversificadas , como artigos científicos, textos jornalísticos e de divulgação científica, gráficos, tabelas, mapas, cartazes, entre outros .

FONTE: Brasil (2018, p. 23, grifo nosso).

No Bloco 2 também é possível perceber aspectos das Educação CTS nas exigências metodológicas e didático-pedagógicas que devem orientar os encaminhamentos dos textos ao priorizar a interdisciplinaridade e contextualização, contemplação da História da Ciência de maneira não reducionista, a discussão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade e o desenvolvimento de habilidades diversificadas.

Na sequência, o Bloco 3, no Quadro 6, avalia os conceitos, linguagens e procedimentos que devem compor os livros didáticos.

QUADRO 6: BLOCO 3 – CONCEITOS, LINGUAGEM E PROCEDIMENTOS

Bloco 3 – conceitos, linguagens e procedimentos	
Aspecto avaliado: correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos presentes na coleção, respeitando tanto os avanços e as conquistas acadêmico-científicas, quanto os princípios didáticos e pedagógicos pertinentes e adequados à natureza da coleção.	
1	Apresenta conceitos, informações e procedimentos, de modo correto, contextualizado e atualizado ;
2	Utiliza de modo correto, contextualizado e atualizado , os conceitos e informações em exercícios, atividades, ilustrações ou imagens;
3	Desenvolve os conteúdos e apresenta as atividades de forma contextualizada , considerando tanto a dimensão histórica da produção de conhecimento , quanto a dimensão vivencial dos estudantes , no que se refere à preparação para a vida e para o mundo do trabalho ;
4	Favorece a articulação de conteúdos da Física com os de outras áreas curriculares ;
5	Apresenta os conteúdos da Física considerando a sua contextualização pertinente a aspectos sociais, históricos, culturais, econômicos ou do cotidiano , evitando a utilização de contextualizações artificiais ;
6	Evita utilizar somente situações idealizadas , fazendo referências explícitas às condições das situações trabalhadas, quando essas se fizerem necessárias, e evita apresentar situações de realização impossível ou improvável , sinalizando claramente quando se utiliza de referências do gênero ficção científica;
7	Inclui problemas apresentados mediante enunciados contextualizados e abertos o suficiente para estimular/permitir estimativas e considerações por parte do professor e do estudante;

Continua

Cont. Quadro 6

8	Evita tratar de forma desarticulada os elementos conceituais que são claramente inter-relacionados na estrutura conceitual da ciência Física;
9	Utiliza abordagens do processo de construção das teorias físicas, sinalizando modelos consonantes com vertentes epistemológicas contemporâneas ;
10	Contempla e aborda, de forma adequada e pertinente, conhecimentos usualmente classificados como de Física Moderna e Contemporânea;
11	Evita apresentar enunciados de leis , caracterização de teorias ou modelos explicativos, desacompanhados de seus limites de validade ;
12	Apresenta adequadamente as expressões matemáticas de leis , sempre acompanhadas dos enunciados correspondentes;
13	Evita apresentar fórmulas matemáticas desprovidas de deduções explícitas e/ou argumentações consistentes ;
14	Traz uma visão de experimentação coerente com uma perspectiva investigativa , que articule teoria e observação, pensamento e linguagem;
15	Apresenta arranjos experimentais ou experimentos didáticos realizáveis em ambientes escolares típicos , de resultados plausíveis e com periculosidade controlada, alertando claramente acerca dos cuidados específicos para cada procedimento;
16	Utiliza analogias e metáforas de forma cuidadosa e adequada , garantindo a explicitação de suas semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos/conceitos estudados, bem como de seus limites de validade.

FONTE: Brasil (2018, p. 24, grifo nosso).

As exigências referentes aos conceitos, linguagens e procedimentos apresentados no Bloco 3 também indicam concepções similares aos da Educação CTS ao se preocuparem com a contextualização numa perspectiva social, histórica, econômica, cultural e cotidiana; com a vertente epistemológica atual; com o uso adequado do formalismo matemático⁵; e o ensino por investigação.

O Quadro 7 demonstra os aspectos referentes aos encaminhamentos contidos no manual do professor que consta no Bloco 4.

QUADRO 7: BLOCO 4 – MANUAL DO PROFESSOR

Bloco 4 – Manual do professor	
Aspecto avaliado: observância das características e finalidades específicas do Manual do Professor.	
1	Explicita os objetivos da proposta didático-pedagógica efetivada pela obra;
2	Apresenta os pressupostos teórico-metodológicos com clareza, de modo que fiquem explícitos os princípios subjacentes à proposta didático-pedagógica da obra, tendo em vista: a) papéis do estudante e do professor no processo de ensino/aprendizagem/avaliação; b) tipos de atividades organizadas e propostas; c) papel da avaliação de desempenho dos estudantes; d) forma como o livro se organiza; e) informações complementares necessárias para melhor compreensão da fundamentação teórico-conceitual e prático-metodológica que orientou a produção da obra didática;

Continua

⁵ A concepção de formalismo matemático aqui indicada é aquela que se alinha às ideias da Educação Matemática Crítica que objetiva a alfabetização matemática dos indivíduos capacitando-os para a atuação política e intervenção no ambiente conforme pontua Skovsmose (2001). Estas ideias confluem com os pressupostos da educação CTS.

Cont. Quadro 7

3	Descreve a organização geral da obra, tanto em relação ao conjunto dos volumes quanto à estruturação interna de cada um deles;
4	Apresenta a forma de utilização dos livros de modo claro e coerente com a proposta didático-pedagógica;
5	Traz considerações pertinentes e atualizadas sobre as possibilidades de abordagens didático-pedagógicas, baseadas em produções acadêmico-científicas;
6	Discute a visão de ciência presente na coleção , contribuindo para a superação de visões empiristas e/ou indutivistas;
7	Apresenta, em suas orientações didático-pedagógicas, a disciplina escolar Física no contexto da área curricular das Ciências da Natureza , ressaltando as relações e congruências com noções, conceitos e situações, também abordadas em outras disciplinas escolares do Ensino Médio;
8	Fornecer elementos que permitem identificar, no Manual do Professor, a perspectiva interdisciplinar presente na coleção, bem como formas individuais e coletivas de planejar, desenvolver e avaliar projetos interdisciplinares;
9	Indica possibilidades de trabalho interdisciplinar na escola , oferecendo orientação teórico-metodológica e formas de articulação dos conteúdos do livro entre si e com outros componentes curriculares e áreas do conhecimento;
10	Discute diferentes formas, possibilidades, recursos e instrumentos de avaliação que o professor poderá utilizar ao longo do processo de ensino-aprendizagem;
11	Ressalta o papel mediador do professor de Física no processo de aprendizagem do estudante e sua especificidade na condução das atividades didáticas;
12	Propõe atividades adicionais e variadas , que contemplem o aprofundamento de conhecimento nos assuntos tratados, para além daquelas indicadas no livro do estudante;
13	Apresenta sugestões de implementação das atividades do livro do estudante, sobretudo naquelas que envolvam a utilização de experimentos didático-científicos;
14	Contém alertas claros sobre a eventual periculosidade dos procedimentos de experimentação propostos;
15	Oferece, quando pertinente, alternativas para a escolha dos materiais necessários para a realização das atividades experimentais propostas;
16	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do estudante, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes;
17	Estimula o professor a continuar investindo em sua própria aprendizagem , ampliando os seus conhecimentos de e sobre Física, bem como sobre as múltiplas formas de desenvolver as suas atividades de ensino (por exemplo, sugestões de leituras complementares, sítios da internet etc.);
18	Propicia a reflexão sobre a prática docente , favorecendo sua análise por parte do professor e sua interação com os demais profissionais da escola;
19	Apresenta referências atualizadas e de qualidade , que orientem o professor em relação a leituras complementares, tanto sobre os temas que deve abordar em suas aulas, quanto sobre questões relativas ao processo de aprendizagem e às metodologias de ensino.

FONTE: Brasil (2018, p. 25, grifo nosso).

Nesse bloco, é possível perceber as relações com a Educação CTS na preocupação que os manuais dos professores devem ter ao se manterem atualizados quanto às abordagens didático-pedagógicas alinhadas com produções acadêmico-científicas, na superação de visões empiristas e indutivistas, na abordagem interdisciplinar, nos processos avaliativos, com o ensino por investigação, no papel mediador do professor e a reflexão sobre sua prática docente e nas escolhas de referências atuais e de qualidade.

No Bloco 5, apresentado no Quadro 8, são expressos os aspectos que analisam o projeto editorial que possibilita os objetivos didático-pedagógicos.

QUADRO 8: BLOCO 5 – PROJETO EDITORIAL

Bloco 5 – Projeto editorial	
Aspecto avaliado: adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da coleção.	
1	Organiza seu projeto editorial de forma clara, coerente e funcional, do ponto de vista da proposta didático-pedagógica;
2	Apresenta legibilidade gráfica adequada para o nível de escolaridade visado (desenho, tamanho e espaçamento das letras, palavras e linhas; formato, dimensões e disposição dos textos na página) e impressão que não prejudique a legibilidade no verso da página;
3	Apresenta o texto principal impresso em preto sobre fundo branco, com títulos e subtítulos claramente hierarquizados por meio de recursos gráficos compatíveis;
4	Traz sumário que reflete claramente a organização dos conteúdos e atividades propostos, além de permitir a rápida localização das informações;
5	É isenta de erros de revisão e/ou impressão;
6	Traz ilustrações claras, precisas e adequadas às finalidades para as quais foram elaboradas, tendo em vista sua real necessidade e sua referência explícita ao conteúdo textual;
7	Traz ilustrações que retratam adequadamente a diversidade étnica da população brasileira, bem como a pluralidade social e cultural do país;
8	Traz ilustrações que, quando de caráter científico , respeitam as proporções entre objetos ou seres representados, ou informam quando da sua impossibilidade;
9	Traz ilustrações que estão acompanhadas dos respectivos créditos e da clara identificação da localização das fontes ou acervos de onde foram reproduzidas;
10	Traz gráficos e tabelas que apresentam títulos, fontes e datas; mapas e outras representações gráficas do espaço com legendas, escala, coordenadas e orientação em conformidade com as convenções cartográficas.

Fonte: Brasil (2018, p. 26, grifo nosso).

O Bloco 5 também dá indícios de que existem aspectos relacionados à Educação CTS ao primar por um projeto editorial e gráfico que seja organizado e legível, retratando corretamente a diversidade étnica e a pluralidade social e cultural do país, assim como as ilustrações de caráter científico e a indicação das fontes utilizadas para sua composição.

Pelo exposto, o documento apresenta concepções que estão alinhadas aos pressupostos da Educação CTS, buscando uma formação ampla que instrumentalize o cidadão para sua emancipação social por meio da educação científica e tecnológica, e isso deve permear os textos que compõem os livros didáticos indicados pelo PNLD 2018. Assim, a análise aqui pretendida buscará indícios desses pressupostos.

Entendido como a Educação CTS possibilita outros horizontes ao Ensino de Ciências intentando emancipar os indivíduos por meio do conhecimento, discutir-se-á no próximo capítulo como a temática energia elétrica pode ser analisada no contexto social e educacional.

3 A ENERGIA ELÉTRICA NA SOCIEDADE E O CONTEXTO EDUCACIONAL DE PESQUISAS NOS PRESSUPOSTOS DA EDUCAÇÃO CTS

As reflexões e discussões feitas no capítulo anterior sobre as características e pressupostos da educação CTS possibilitam uma profunda análise sobre o tema energia elétrica que o presente trabalho pretende investigar.

Isto posto, neste capítulo iniciaremos discutindo sobre a importância da energia num sentido amplo desde as eras mais remotas até o desenvolvimento da energia elétrica, destacando a matriz elétrica brasileira e seus potenciais benefícios e prejuízos à sociedade. Prosseguindo, serão apresentados os resultados de uma pesquisa bibliográfica no banco de tese da CAPES sobre dissertações que abordaram experiências com o tema energia elétrica no Ensino Médio dentro da Educação CTS.

3.1 A UTILIZAÇÃO DAS DIVERSAS FORMAS DE ENERGIA ATÉ A ENERGIA ELÉTRICA

Goldemberg e Lucon (2012) indicam que o uso da energia pela humanidade confunde-se com a sua própria história, tamanha a importância desse fenômeno físico. Seja como entidade vital para sua subsistência, ou como fator de disputa de territórios e espaços, ou ainda como símbolo de poder, a utilização da energia foi crucial no desenvolvimento e na satisfação das necessidades humanas. O primeiro vestígio que marca essa história é o consumo de alimentos pelos quais se garantia a sobrevivência pela obtenção das calorias necessárias. Esse período é anterior a utilização do fogo e determinou o modo de vida da espécie humana primitiva que viveu no continente africano cerca de um milhão de anos atrás. Ao obter controle sobre o fogo, cerca de 100 mil anos atrás, a espécie humana que habitava a Europa já dominava também técnicas de caça e se utilizava do calor para aquecer os alimentos que consumia. Nesse momento, já se podia perceber os impactos ambientais provocados pelo deflorestamento na busca de madeira para aquisição de energia. Há cerca de 5.000 a.C. observou-se que o desenvolvimento da agricultura indicava um novo emprego da energia no cotidiano humano pelo manuseio da tração animal como meio de transporte.

Na Idade Moderna observa-se o uso do carvão mineral para aquecimento e o domínio de técnicas que utilizavam a energia mecânica proveniente das quedas

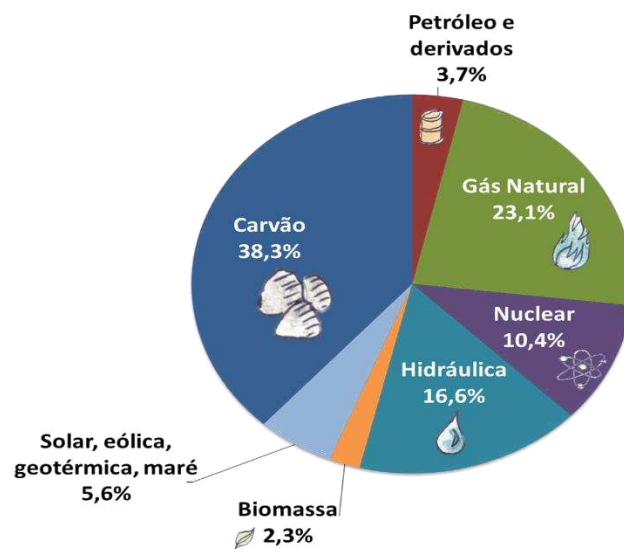
d'água e dos ventos na moagem de grãos. O desenvolvimento da máquina a vapor e do motor a combustão interna determinava a Primeira Revolução Industrial (GOLDEMBERG; LUCON, 2012).

Esses autores ainda indicam que o século XX estabelece o conceito de “homem tecnológico”, cujo desenvolvimento depende cada vez mais de energia, notadamente a energia elétrica que pode ser obtida de diversas outras fontes como energia nuclear, eólica, biomassa, de marés e solar e no uso do petróleo após a década de 1950. Nesse período, a humanidade consome dez vezes mais energia que seu consumo em eras primitivas, fato este observado pelo uso de circuitos elétricos e máquinas elétricas, assim como na utilização dos derivados do petróleo pelo uso dos automóveis.

A energia elétrica é um elemento indispensável para o desenvolvimento de uma determinada região ou país. Impossível pensar nas regiões mais desenvolvidas do planeta sem a atuação desse recurso. Entretanto, cerca de um terço da população mundial não tem acesso a ele, ou seu emprego é feito de forma insuficiente (MORAES, 2015).

A matriz elétrica mundial indica que a maior parte da energia elétrica é produzida a partir de combustíveis fósseis utilizados em usinas termelétricas de acordo com o Gráfico 1:

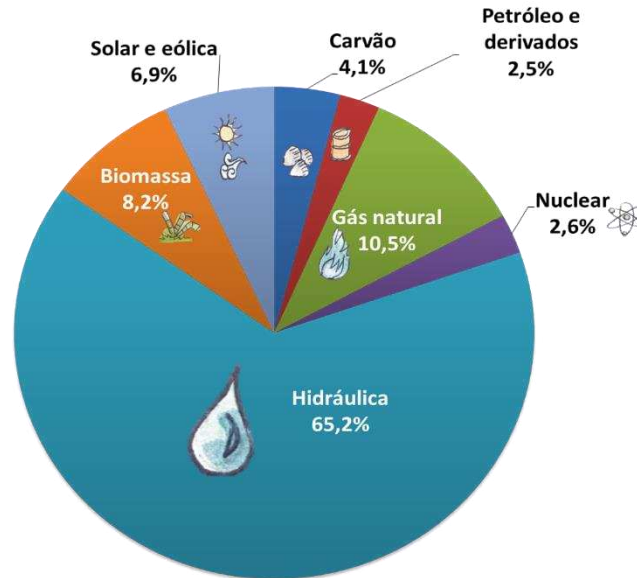
GRÁFICO 1: MATRIZ ELÉTRICA MUNDIAL 2016 (IEA, 2018)



FONTE: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso 24/05/2019.

No Brasil, a matriz elétrica difere da mundial devido à produção de energia elétrica proveniente das usinas hidrelétricas, conforme o Gráfico 2:

GRÁFICO 2: MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA 2017 (BEN, 2018)



FONTE: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em 24/05/2019.

Na busca por explorar os recursos naturais e obter energia elétrica, a humanidade conseguiu desenvolver várias fontes de geração. Essas tecnologias desenvolvidas apresentam vários pontos a serem analisados pelas potenciais influências positivas e negativas que promovem na sociedade. Dessa maneira, cabe ao cidadão conhecer essas influências, promover reflexões e debates sobre elas e realizar as ações necessárias para diminuir os prejuízos observados. No Quadro 9, apresentamos as principais fontes e suas características:

QUADRO 9: FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA E SUAS CARACTERÍSTICAS

Fontes de geração	Obtenção	Vantagens	Desvantagens
-------------------	----------	-----------	--------------

Continua

Cont. Quadro 9

Hidrelétrica	A energia liberada pela queda de água represada move uma turbina que aciona um gerador elétrico.	-Custo de operação baixo e imune ao custo dos combustíveis fósseis; -Plantas com longa durabilidade; -Geração de inúmeros empregos; durante a construção; -Não há emissão de CO2 na geração de energia.	- Perda de biodiversidade; - Remoção de pessoas nativas; - Perturbações biológicas, físicas e químicas; - Mudanças nas chuvas têm impacto direto na geração de eletricidade.
Térmica	A energia química armazenada nos combustíveis fósseis é liberada promovendo energia mecânica que move uma turbina e aciona um gerador elétrico.	- Abundância de matéria-prima (combustíveis fósseis); - Planta com construção rápida e próxima à região de consumo. - Domínio da tecnologia para sua exploração e refino; - Facilidade de transporte e distribuição.	- Elevada emissão de gases do efeito estufa; - Poluição térmica em rios e lagos; - A construção de gasodutos e metaneiros (navios especiais) para o transporte e a distribuição requer alto investimento. - Energia não renovável.
Nuclear	Reatores nucleares produzem energia térmica por fissão (quebra) de átomos de urânio. Essa energia aciona um gerador elétrico.	- Não libera gases estufa; - Exigência de pequena área para construção da usina; - Abundância de matéria-prima (urânio); - Independente de fatores climáticos.	-Catástrofe de alta magnitude em caso de acidentes; - Destinação inadequada na eliminação de resíduos radioativos; - Alto custo de instalação da planta.
Solar	Lâminas recobertas com material semicondutor, como o silício, são expostas ao Sol. A luz excita os elétrons do silício, que formam uma corrente elétrica.	- Proximidade entre a geração e o consumo; - Energia limpa e barata.	- Elevado custo das células solares; - Variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática; - Formas de armazenamento ainda são pouco eficientes.
Eólica	O movimento dos ventos é captado por pás de hélices gigantes ligadas a uma turbina que acionam um gerador elétrico.	-Fonte de energia inesgotável; - Pouca manutenção; - Não emite gases poluentes e não gera resíduos; - Fontes baratas de energia; - Grande potencial para produção de energia elétrica.	- Impacto sonoro e visual; - Impacto sobre as aves dos locais; - Intermitência; - Interferências nas transmissões de rádio e TV.

Continua

Cont. Quadro 9

Biomassa	A matéria orgânica é decomposta em caldeira ou biodigestor. O processo gera gás e vapor, que acionam uma turbina e movem um gerador elétrico.	- Carbono neutro; - Fonte de energia doméstica e abundante; - Baixo custo da matéria-prima; - Resíduos tornam-se insumo de outro processo.	- Pode ser afetado por mudanças nos regimes de cultivo; - Menor poder calorífico dada à baixa tecnologia desenvolvida; - Dificuldade no estoque e armazenamento; - Alto investimento.
Geotérmica	A energia é originada no interior da crosta terrestre, geralmente sob a forma de água quente ou de vapor que aciona uma turbina e move um gerador elétrico.	Elevada eficiência energética com baixa emissão de CO ₂ ; - Não causa grande impacto no solo; - Plantas confiáveis.	- Alto custo inicial na instalação e operação; - Cheiros desagradáveis; - Relativa toxicidade provocado pelo H ₂ S; - Escassez de locais com potencial geotérmico.
Maremotriz	A energia das marés acionam turbinas que promovem movimento num gerador elétrico.	- Fonte não poluidora dos ambientes nem produtora de resíduos; - Vida útil maior que a das usinas térmicas e nucleares.	- Altos custos na construção de barragens, sendo mais viável a produção em pequena escala; - Alterações nos ecossistemas locais.

FONTES: Cepa (1999); Neto et al. (2011) e Sartori (2015).

Assim, a energia elétrica pode ser obtida a partir de dois tipos de fontes: renováveis e não renováveis. As fontes renováveis são representadas pelas fontes hidrelétrica, biomassa, solar, eólica, geotérmica e maremotriz. Já as fontes não renováveis contam com as fontes de carvão, petróleo e derivados, gás natural e nuclear (que movem as usinas térmicas). Pelo exposto nos gráficos 1 e 2, os dados mostram que no Brasil as fontes renováveis somam mais de 80%. Por sua vez, a matriz elétrica mundial reflete números opostos, ou seja, as fontes não renováveis quase chegam a essa porcentagem.

Para Borges e Zouain (2010), a matriz energética está vinculada à matriz elétrica uma vez que toda forma de energia primária pode ser transformada em energia elétrica. Ainda em Borges e Zouain (2010, p. 193), encontra-se uma divisão da matriz energética em quatro partes da seguinte forma:

Energia Primária: compreende os elementos energéticos gerados na natureza de maneira direta, como petróleo, gás natural, carvão mineral, energia eólica e solar entre outras desta natureza.

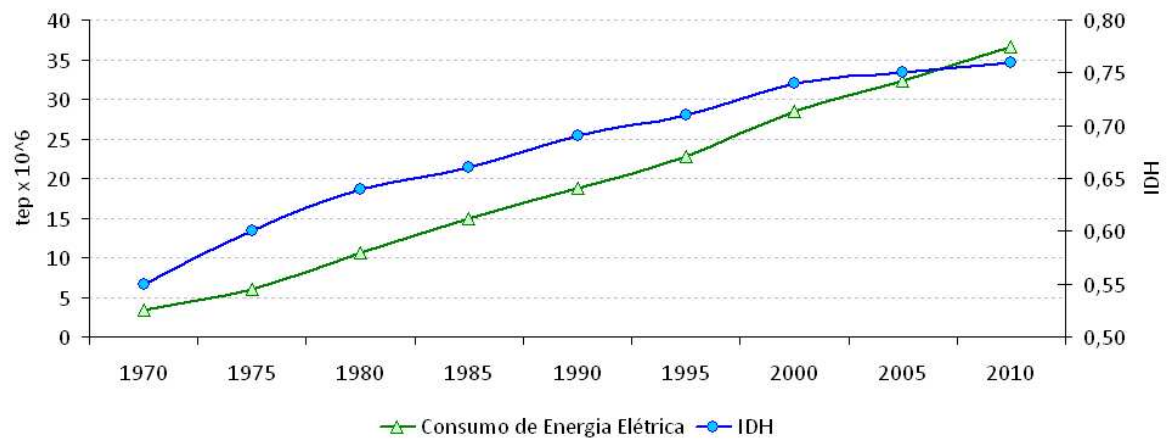
Energia Secundária: formada de produtos energéticos resultantes dos diversos centros de transformação e é destinada aos diversos setores de consumo, como o de energia elétrica.

Transformação: envolve os locais onde as energias primárias e secundárias se transformam em uma ou mais formas de energia secundária.

Consumo Final: destinado aos diversos setores socioeconômicos que se alimentam desse insumo em último estágio.

Dester (2012) considera que o consumo de energia elétrica pode ser associado ao nível de desenvolvimento de uma sociedade, podendo ser observado pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), indicador que representa o nível de desenvolvimento socioeconômico de uma nação. No caso do Brasil, pode-se notar a intensa relação entre o consumo de energia elétrica e o IDH de 1970 a 2010, conforme o Gráfico 3:

GRÁFICO 3: CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E IDH



FONTE: Dester (2012, p. 2).

Nesse sentido, é inegável que o acesso à energia elétrica melhora a qualidade de vida das pessoas, possibilitando seu desenvolvimento social e econômico e diminuindo a pobreza. A garantia e oferta desse serviço a toda a população constitui-se em um pilar fundamental para a manutenção de uma sociedade moderna democrática e igualitária.

Moraes (2015) pontua que a energia elétrica é um produto essencial para o crescimento de um país. Esse crescimento, inevitavelmente, leva a um maior consumo de energia elétrica, o que requer do governo o estabelecimento de objetivos para atrelar crescimento econômico e consumo dessa forma de energia. Ao indicar que o consumo médio de energia elétrica no Brasil aumentou na ordem de 3,5% ao ano nos últimos dez anos, o autor adverte que deve ser feito uma avaliação e planejamento para atender a demanda futura, pois o aparente superávit observado da potência instalada frente ao consumo efetivado em determinados períodos pode ser enganoso, pois a base geradora de energia são as hidrelétricas que, nas épocas de seca, podem baixar a produção e comprometer o abastecimento. Para suprir as demandas pela baixa produção das hidrelétricas, o governo utiliza as usinas termelétricas. Entretanto, essa forma de produção utiliza o gás natural importado como principal insumo e sua falta não asseguraria esse suprimento.

Como o espaço geográfico brasileiro é amplo e as condições climáticas são diversas, ainda em Moraes (2015) encontra-se a ideia de que se deve explorar o potencial da energia solar fotovoltaica, da energia eólica e da energia de biomassa como fontes de suprimento à produção pelas hidrelétricas, visto que essas formas alternativas são renováveis, estão ficando mais baratas e causam menos impactos ao meio ambiente.

A atenção dada às questões econômicas é algo importante no planejamento de políticas que possam planejar e suprir as demandas necessárias quanto às ofertas de energia elétrica. Todavia, as questões sociais são muito mais emergentes e necessárias, visto que muitas comunidades distantes e periféricas estão excluídas dessa oferta. Dessa maneira, as políticas públicas devem dar maior atenção a esta parcela da população, seja pelos programas sociais seja pelos processos educacionais. Nesse sentido, a educação CTS pode contribuir significativamente trazendo essas questões para debate e reflexão, instrumentalizando a sociedade para a tomada de ações. Refletir sobre os processos de produção de energia elétrica nos seus aspectos históricos, científicos, tecnológicos, sociais e econômicos vai muito além de conhecer as maravilhas das aplicações tecnológicas proporcionadas pela energia elétrica. No caso da matriz elétrica brasileira, torna-se importante discutir os fatores que favorecem o estabelecimento dessa matriz e as influências que ela determina na sociedade, desmistificando, inclusive, os sentidos que a energia elétrica

produzida por hidrelétricas é menos nociva à sociedade por se tratar de uma fonte renovável.

Discutida a importância da energia elétrica no contexto histórico e dada sua relevância nos cenários mundial e local, percebe-se a necessidade de pesquisas educacionais e estudos que possam promover uma reflexão sobre como os estudos CTS analisam esse tema. Assim, o próximo tópico discutirá sobre como as dissertações, em âmbito nacional, vêm discutindo esse tema no Ensino Médio.

3.2 O tema Energia Elétrica no campo educacional no Ensino Médio: uma análise no banco de teses da Capes

Alguns indicativos importantes são encontrados em pesquisas acadêmicas que visaram explorar o tema energia elétrica dentro da realidade brasileira. Esses trabalhos foram desenvolvidos no âmbito educacional e se apoiaram nos pressupostos da Educação CTS/CTSA. Assim, serão discutidos neste tópico as características, metodologias e resultados dessas pesquisas, buscando traçar um perfil do panorama relacionado ao tema desta pesquisa bibliográfica.

O objetivo aqui proposto foi mapear as pesquisas acadêmicas realizadas nacionalmente no banco de teses da Capes. A pesquisa foi feita no fim do primeiro semestre de 2019, buscando trabalhos que tivessem semelhanças com a proposta aqui defendida. Assim, foram identificados sete trabalhos, todos de mestrado, que abordaram o tema energia elétrica com os pressupostos CTS/CTSA no Ensino Médio. Observou-se que quatro trabalhos foram pesquisados em programas de mestrado acadêmico e três em mestrado profissional; quatro trabalhos tiveram como foco apenas a Educação CTS/CTSA e três incluíram outras abordagens; seis trabalhos foram desenvolvidos na região sudeste do Brasil (três no estado do Rio de Janeiro, dois em São Paulo e um em Minas Gerais) e um na região sul no estado do Rio Grande do Sul.

Uma descrição desses trabalhos de pesquisa será feita a seguir buscando apresentar os objetivos pretendidos, as metodologias utilizadas e os resultados obtidos. Isso possibilita refletir sobre as experiências já realizadas e os caminhos percorridos até então.

A pesquisa feita por Campos (2017) teve como objetivo desenvolver uma proposta de abordagem temática com enfoque CTS para o ensino de Física,

abordando o tema “Produção de Energia Elétrica”. Essa proposta abordou os diversos modos de produção de energia, destacando as usinas hidrelétricas e a nuclear, por ser realizada na cidade de Angra dos Reis. O produto final desse trabalho foi a produção de uma sequência didática com métodos e recursos didáticos variados, que poderá ser utilizada por outros professores que desejem adotar a proposta. A metodologia utilizada foi a pesquisa-ação, o que possibilitou readequar a proposta no decorrer de sua aplicação.

Segundo o autor, a proposta conseguiu resultados promissores, visto que os trabalhos desenvolvidos objetivaram analisar os conceitos e fenômenos na compreensão dos temas, ou seja, no entendimento dos aspectos científicos e tecnológicos, dos aspectos sociais, históricos, ambientais, políticos, econômicos, éticos e culturais, combinados aos temas, orientando-os para a tomada de decisões. Esses resultados foram expressos, até mesmo, em provas tradicionais, seguindo a perspectiva de desempenho acadêmico desejado. A pesquisa-ação possibilitou adequar a proposta continuamente, fazendo as alterações, substituições ou exclusões de alguma atividade de acordo com a necessidade. Quanto à utilização da proposta por outros professores, Campos (2017) orienta que eles devam fazer uma adequação de acordo com a realidade local dos estudantes.

Vieira (2017) realizou uma pesquisa cujo principal objetivo foi discutir as principais fontes de energia elétrica presentes na Matriz de Energia elétrica Brasileira, destacando a energia nuclear e os tópicos da Física Nuclear: composição e estabilidade nuclear, decaimentos radioativos, tempo de meia-vida, fissão nuclear, reação em cadeia e fusão nuclear. Segundo o autor, a proposta foi estruturada no enfoque CTS e “aplicada” com alunos do Ensino Médio de uma escola estadual. Esse trabalho não especifica a metodologia utilizada em sua implementação.

O autor faz algumas considerações sobre os percursos de sua pesquisa, indicando que a proposta CTS em questão foi categorizada no nível 4, segundo as categorias de Aikenhead (1994). Ele indicou que a proposta havia sido planejada para cinco etapas na sua “aplicação”, o que acabou ocorrendo em apenas duas. Isso prejudicou o desenvolvimento, acarretando excessos de conteúdos em determinadas aulas e discussões que não puderam ser feitas. Os alunos oscilavam entre o interesse e a dispersão pelas discussões. Nas palavras de Vieira (2017, p. 39), “a diminuição do interesse que foi expressa pelos alunos, não é devido ao tema e sim à maneira

como o tema foi trabalhado”. Pode-se perceber que os objetivos foram prejudicados devido à falta de organização do tempo na implementação.

O trabalho de pesquisa de Ferreira (2016) teve como intenção investigar a aprendizagem de estudantes de Ensino Superior e Médio da rede pública, relacionando a força gravitacional à física das marés como uma proposta para a crise de energia elétrica pela abordagem CTS. A proposta didática implementada foi o fruto de atividades do trabalho de conclusão do curso em licenciatura em Física de Coelho (2013). Além do enfoque CTS, utilizou-se também a metodologia em Atividades Investigativas (AI). As discussões dos participantes foram analisadas pelo padrão de argumentação de Toulmim e os indicadores de alfabetização científica de Sasseron e Carvalho. Na descrição sobre a metodologia desse trabalho, o autor não a situa em nenhuma natureza ou tipo específico, indicando apenas que os resultados foram analisados pelos padrões citados anteriormente.

Com relação aos resultados obtidos, serão considerados apenas os que se referem ao Ensino Médio, escopo da nossa análise. Assim, Ferreira (2016) indica que ocorreram êxitos nos trabalhos ao apontar que aconteceram momentos de levantamento e desenvolvimento de hipóteses e explicações para situações cotidianas, mostrando alguns exemplos de processo de construção do conhecimento. Também considerou que as atividades criaram um ambiente propício à argumentação e discussão entre os alunos, onde eles puderam trocar conhecimento uns com os outros, reforçando a importância de trabalhos em grupos e da discussão de assuntos de cunho social, como as crises energéticas de 2001, culminando no famoso ‘apagão’ que deixou boa parte da população brasileira sem energia, e de 2012/2013 em que foi observado aumento nas tarifas das contas de luz e risco eminente de racionamento de energia. Assim, o autor considera importante o desenvolvimento de atividades com enfoque CTS, pois contribuem para as discussões, tomadas de decisões e argumentações, capacitando os estudantes para seu protagonismo.

Gonçalves (2015) desenvolveu um trabalho de pesquisa que visou investigar como promover a alfabetização científica com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, em Física, explorando conceitos de energia elétrica. Assim, foi desenvolvida uma Intervenção Didática (ID) fundamentada em Crespo e Pozo (2009), articulando a temática CTSA a um Tema Controverso Sócio Científico (TCSC), na resolução de uma situação-problema gerada pela construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Dessa maneira, os trabalhos com os estudantes visaram responder às seguintes

perguntas: “Como Temas Controversos trabalhados na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente contribuem para a aprendizagem dos conceitos que envolvem a geração de energia elétrica? Como os conceitos de física que envolvem a geração de energia se relacionam com a Alfabetização Científica (AC) desses alunos?” (GONCALVES, 2015, p. 55). A pesquisa foi fundamentada nos pressupostos da pesquisa-ação defendida por André (1995). A análise dos dados obtidos na “coleta” de áudios e vídeos foi feita sob a definição de Carvalho (1996). Foi proposta, além disso, uma relação do material gravado com trabalhos escritos, analisada, também, sob a ótica de Carvalho (1996). A transcrição das falas foi analisada de acordo com Marcushi (1986).

O autor considera que a pesquisa alcançou os objetivos que propunha visto que os alunos refletiram sobre a temática dentro da abordagem CTSA, em que se notou a capacidade de reflexão sobre as consequências sociais, econômicas e ambientais trazidas pela “aplicabilidade científica que atende ao apelo do desenvolvimento”, as implicações políticas na vida das pessoas, reconhecimento de impactos ambientais e sociais, argumentação e posicionamento crítico. Assim, Gonçalves (2015) indica que houve indícios de Alfabetização Científica segundo os indicadores de Sasseron e Carvalho com a ID baseada em TCSC (Tema Controverso Sócio Científico) e CTSA. Todavia, alguns problemas relatados prejudicaram a implementação da proposta em certos aspectos, devido à organização da escola.

Lima (2018) realizou uma pesquisa na qual elaborou e aplicou uma Sequência de Ensino (SE), em Física, para estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública com enfoque CTSA e elaborada por meio de Recursos Mediacionais (RM) sobre transformações de energia solar em energia elétrica, em que participaram, também, professores e bolsistas do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência). Assim, o problema dessa pesquisa foi o seguinte: “Que características da SE construída podem potencializar oportunidades de aprendizagem dos conceitos/teorias, da Física, nela envolvidos e dos valores e habilidades relacionadas à abordagem CTSA, por parte dos estudantes? Qual a efetividade dos recursos didáticos e estratégias de ensino da SE para os fins propostos?” (LIMA, 2018, p. 21). O objetivo geral desse trabalho foi elaborar, aplicar e analisar uma SE sobre *As Transformações de Energia Solar em Energia Elétrica*, num contexto CTSA, de forma a reestruturá-la como material didático para professores de Física do EM” (LIMA, 2018, p.). A pesquisa é classificada de natureza qualitativa segundo Becker

(1999). O tipo de pesquisa não é evidenciado. A análise da implementação foi feita pela Teoria da Ação Mediada (TAM), de James V. Wertsch, e os Núcleos de Significação dos Discursos, de Aguiar e Ozella. Por meio dessa análise, a SE foi reelaborada e disponibilizada para outros professores.

Esse autor considera que o trabalho desenvolvido apresentou indícios de aprendizagem, visto que as problematizações e contextualizações favoreceram a organização da SE por meio da abordagem temática, permitindo que os estudantes refletissem sobre CT na sociedade. Destacou as vozes dos sujeitos (estudantes, professores e bolsistas PIBID), que auxiliaram na construção de SE, com enfoque CTSA, imprimindo maior sentido para o aprendizado de Física e na prática docente como mediadora do processo. Indicou que houve aprendizagem dos estudantes dos conceitos sobre o sistema fotovoltaico, assim como das discussões de cunho social, econômico, político e ambiental, auxiliando, assim, na formação crítica do cidadão. Ele finaliza que o percurso no mestrado foi muito intenso, por ter que trabalhar o período integral, mas que o auxiliou muito na melhoria de sua prática.

Silva (2018) desenvolveu uma pesquisa na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) na intenção de analisar o uso combinado do enfoque curricular CTS e a metodologia de ensino-aprendizagem PBL (do inglês *Problem Based Learning*, ou seja, aprendizagem baseada em problemas). O tema energia elétrica foi escolhido pelos estudantes e os objetivos a serem alcançados foram a alfabetização científica, o desenvolvimento da escrita e a tomada de decisão. Silva (2018) indica que o problema gerador da pesquisa foi a dificuldade de encontrar materiais didáticos relacionados com a realidade dos estudantes da EJA na disciplina de Física, indicando, assim, a opção de trabalhar o enfoque CTS junto com a metodologia PBL. A metodologia utilizada foi a abordagem qualitativa e a análise dos dados foi feita pela análise de conteúdo de Bardin (2006) e Moraes (1999).

Em suas considerações finais, o autor apontou bons resultados com sua pesquisa, considerando que o enfoque CTS e a metodologia PBL, quando utilizados em conjunto, contribuem com o processo de ensino/aprendizagem na EJA, devido à sua percepção de que alguns objetivos foram alcançados pelos alunos, assim como uma reflexão profunda de sua prática docente. Indica o projeto de ensino a outros professores desde que façam as adequações necessárias e propõe outros caminhos como sugestão. Aponta também para a necessidade de formação de professores

dentro do que foi abordado nesse trabalho, principalmente para os que trabalham com a EJA.

A pesquisa de Lopes (2010) se dispõe a questionar e interpretar como podemos discutir e compreender a formação de estudantes de Ensino Médio quando eles são imersos em problemáticas envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) com base em uma perspectiva crítica. Nesse sentido, uma turma de segundo ano do Ensino Médio foi acompanhada, junto à professora de Física, num minicurso cujo objetivo foi mapear e analisar aspectos da formação científica desses sujeitos, com base nas teorias de Theodor Adorno, o que possibilitou interpretar e discutir segundo o ponto de vista da semiformação. A articulação com CTSA foi feita pelas discussões sobre a produção e distribuição de energia elétrica e suas relações com o desenvolvimento humano. A metodologia foi de natureza qualitativa segundo Denzin e Lincoln (2006) e pesquisa de campo segundo Gil (2006). As entrevistas foram analisadas de acordo com a Análise de Discurso de Pêcheux e Orlandi.

A autora apresenta resultados importantes, como a identificação de visões simplistas sobre questões ambientais que reforçam a atuação do modo de produção e ações mercadológicas que visam ao lucro tanto nos estudantes quanto na professora. Também foram identificadas crenças científicas e positivistas fortemente ligadas a um processo de ensino que considera os conhecimentos científico e tecnológico legitimados por uma autoridade incontestável. Dessa maneira, o minicurso, com sua proposta crítica, buscou desenvolver um processo emancipatório, provocando questionamentos e indagações tanto nos estudantes quanto na professora nas questões postas em debate. Foram evidenciadas também as limitações da abordagem feita e as potencialidades que emergiram dos debates com os estudantes envolvendo temas controversos e CTS.

A análise desses trabalhos mostra que algumas iniciativas de pesquisa com o tema energia elétrica no ambiente educacional estão sendo realizadas dentro dos estudos CTS/CTSA. De maneira geral, esses trabalhos buscaram promover o ensino do tema energia elétrica, dentro dos conteúdos da Física, de maneira problematizadora e contextualizada, indicando outros caminhos que possam lançar luz aos conhecimentos estudados numa perspectiva científica, tecnológica e social. Nota-se, também, outros objetos de estudos concomitantes à CTS que, de certa forma, enriqueceram as propostas.

Assim, é possível perceber as semelhanças da presente pesquisa, que também tem como público-alvo os estudantes de Ensino Médio, a qual busca analisar os textos dos Livros Didáticos de Física e intenta elaborar uma proposta didática de modo similar a esses trabalhos analisados. Com relação às diferenças, pode-se apontar para a proposta metodológica que será discutida adiante, as categorias a priori apontadas por Santos e Schnetzler (2003), já citadas anteriormente, e a concepção de um projeto de “Educação CTS”. A intenção de utilizar o termo ‘Educação CTS’ vem do entendimento amplo de que a ‘educação’ envolve todos os outros termos citados nos trabalhos visitados, como abordagem, temática, vertente, proposta, movimento e estudo, entre outros.

Todavia, percebe-se que as propostas são diversificadas e, em alguns casos, focam um determinado elemento da Tríade CTS, priorizando-o em detrimento dos demais. Nesse sentido, Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016) apontam para a discussão sobre a necessidade de se enfatizar a dimensão social do conhecimento científico-tecnológico e seu potencial transformador ao se propor uma proposta de ensino nos pressupostos da educação CTS. Santos e Mortimer (2002) e Santos e Schnetzler (2003) destacam que nem todas as propostas que utilizam a denominação CTS estão focadas nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, como se deveria supor. Santos (2001) distingue as propostas dentro dos pressupostos da Educação CTS com base na importância atribuída a cada um dos seus elementos. De acordo com essa autora, uma visão **Cts** prioriza os conceitos científicos destacando sua relevância para a tecnologia e sociedade; na visão **cTs** a tecnologia é destacada como utilidade prática para o desenvolvimento dos conceitos científicos que se relacionam com o cotidiano das pessoas; e, por fim, na visão **ctS**, valoriza-se as discussões sociais, culturais e de valores que podem promover a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos. Santos (2001) ressalta que uma supervalorização de um determinado elemento, em detrimento dos outros, pode ocorrer em propostas mais radicais, promovendo distorções no processo, como apresentar a tecnologia como ciência aplicada na primeira visão, criar uma falsa impressão de que a ciência é totalmente dependente da tecnologia ao enfatizar demasiadamente os artefatos e dispositivos tecnológicos dentro da segunda visão ou relegar a um segundo plano as questões científicas e tecnológicas frente às questões sociais. Nessa análise, Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016) pontuam que a

tecnologia é a mais ignorada diante da importância dada à ciência e à sociedade nas três visões citadas.

Ao pontuar que nem todas as propostas de ensino que se denominam CTS, o são efetivamente, Santos e Schnetzler (2003) explicam que as propostas podem enfatizar um foco central, e isso tem levado a várias classificações. Assim, eles advertem que

apesar das classificações, é preciso esclarecer que só são denominados cursos de CTS aqueles cujo conteúdo inter-relacione os diferentes componentes relativos à ciência, tecnologia e sociedade, ainda que possa reconhecer que há cursos desta natureza que se preocupam mais com a motivação do aluno do que com a formação do cidadão (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 67).

Assim, os autores defendem que uma proposta CTS genuína contempla os nove aspectos indicados por Mckavanagh e Maher (1982) em Santos e Schnetzler (2003), que já foram apresentados no Quadro 3, e se constituíram inicialmente nas categorias a priori desta pesquisa e foram ressignificados com os processos investigativos desenvolvidos.

Após a discussão sobre as dissertações que tratam sobre o tema energia elétrica no Ensino Médio dentro dos pressupostos da Educação CTS, o próximo capítulo tratará da metodologia utilizada na presente pesquisa.

4 OS PERCURSOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa está sendo desenvolvida desde o ano de 2019 e o processo percorrido, longe de ser algo fechado e objetivo, provoca e tenciona o pesquisador a estar sempre atento e flexível às diversas leituras, análises e dados que estão se constituindo, mesmo com uma determinada orientação a seguir. Assim, desde a definição do objeto da pesquisa, da metodologia adotada, da análise a ser feita aos dados e dos recursos utilizados, o projeto se apresenta numa dinâmica intensa que “abre caminhos dentro do caminho planejado”, mostrando a subjetividade envolvida no processo e o universo de possibilidades que se apresentam.

Como a presente pesquisa é conduzida por um pesquisador iniciando seu processo de formação, faz-se necessário trazer as palavras de Moraes e Galiuzzi (2006, p. 119), ao pontuarem que:

a visão de ciência dos pesquisadores em formação vai se transformando e o sinal desta transformação são as expressões de convivência com a insegurança, característica de uma nova forma de compreender a ciência. Como este é um processo novo para o pesquisador iniciante, é carregado de sentimentos de angústia, sinal, mais uma vez de possibilidade de aprendizagem.

Desde o início, esta pesquisa vem sendo modulada pelas diversas circunstâncias inerentes ao processo acadêmico de leituras, discussões, contribuições e reflexões coletivas que ampliam a visão e permitem que outras vozes possam contribuir com o desenvolvimento e enriquecimento do trabalho. Entretanto, a pandemia de Covid-19 foi um elemento surpresa que alterou o curso normal do planeta inteiro, influenciando nos rumos desta pesquisa que, inevitavelmente, teve que traçar outras estratégias e metodologias, reivindicando do pesquisador a “energia emocional” necessária para prosseguir.

Assim, nesse misto de angústia e satisfação, este capítulo será dedicado a descrever o processo metodológico adotado para a investigação pretendida, abordando a natureza da pesquisa e a metodologia de análise dos dados constituídos.

4.1 A NATUREZA DA PESQUISA

A presente pesquisa é de natureza qualitativa do tipo análise documental. Segundo Minayo (2001, p. 16), a metodologia é “o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade”, sendo um elo de articulação entre conteúdos, pensamentos e existência. Assim, a “metodologia inclui as concepções teóricas de abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a construção da realidade e o sopro divino do potencial criativo do investigador” (MINAYO, 2001, p. 16).

A autora afirma que a pesquisa é uma atividade básica da ciência no seu processo de indagar e construir a realidade. Assim, nenhum problema é de fato problema se este não for de natureza prática, social. Ou seja, a investigação está condicionada a interesses e circunstâncias sociais que não podem ser simplesmente quantizados devido ao universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes envolvidos, que, no caso desta pesquisa, constituem-se nas inquietações do pesquisador quanto às possibilidades de promoção da Educação CTS nos livros didáticos com o conteúdo de energia elétrica.

Tais inquietações provocam e desafiam para uma investigação diante do cenário educacional que não promove a problematização e contextualização necessária para a promoção de indivíduos atuantes. Ao se focar os livros didáticos, é possível perceber que essas possibilidades de investigação se mostram mais desafiadoras devido à tradicional concepção de aceitar uma suposta neutralidade dos conteúdos propostos.

Uma carência desses instrumentos em problematizar e contextualizar um tema tão importante como a energia elétrica contribui com a situação atual: onde as demandas de energia elétrica aumentam? A busca da resposta possibilita investigar tanto o que é apresentado como o que é negligenciado nos conteúdos analisados.

Neste sentido, Minayo (2001, p. 24) defende a pesquisa qualitativa baseada na “Sociologia Compreensiva”⁶, ao pontuar que esta “propõe a subjetividade como fundamento do sentido da vida social e defende-a como constitutiva do social e inerente à construção da objetividade nas ciências sociais”.

Nessa defesa da subjetividade, a autora ainda indica que a visão hegemônica das ciências da natureza como únicas produtoras de conhecimento verdadeiro tem

⁶ Corrente teórica, como o próprio nome indica, que coloca como tarefa central das ciências sociais a compreensão da realidade humana vivida socialmente. Em suas diferentes manifestações, como na Fenomenologia, na Etnometodologia, no Interacionismo Simbólico, o significado é o conceito central de investigação (MINAYO, 2001, p. 23).

como pano de fundo a concepção positivista, a qual considera válidos apenas os dados quantitativos passíveis de mensuração. Contrária a essa posição, Minayo (2001, p. 13) defende que a pesquisa social e de cunho qualitativo é “sempre tateante, mas, ao progredir, elabora critérios de orientação cada vez mais precisos”.

Assim, ao se investigar os LD de Física, torna-se necessária a subjetividade fundamentada que permita a construção de um conhecimento novo e criativo, o qual pode contribuir com reflexões críticas quanto às proposições dos Estudos CTS nos conteúdos de eletricidade do 3º ano do Ensino Médio, destacando o tema energia elétrica. Nesse caso, o conhecimento novo e criativo deve emergir dos textos que serão analisados, buscando indícios da Educação CTS nos conteúdos de eletricidade com destaque para a energia elétrica.

Nesse sentido, Bogdan e Biklen (1994) também defendem a pesquisa qualitativa considerando-a mais adequada para descrever as pessoas, os locais e as conversas que a complexidade dos tratamentos estatísticos. No contexto pedagógico, esta pesquisa permite a descrição e análise de experiências complexas, mantendo a semelhança existente nas relações humanas, observando os cuidados pertinentes ao processo de recolhimento dos dados, na escolha do que é pertinente à pesquisa e nos processos em seus mínimos detalhes.

No campo educacional, a complexidade das relações humanas existentes é muito evidente. Devido a isso, a pesquisa qualitativa tenciona para uma forte aproximação entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa, que, nesse caso, são os LD de Física. Tal aproximação permite ao pesquisador questionar os sujeitos quanto à percepção de suas experiências, ao seu modo de vida, às aproximações que mantêm com o mundo, entre outros elementos que suponha necessários à pesquisa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; MORÉS, 2012; PANAZZO, 2012).

Dessa forma, Lüdke e André (1986) também criticam as pesquisas concebidas no paradigma positivista que buscam apreender os contextos educacionais dentro dos modelos das ciências naturais, as quais acreditam ser suficiente apenas dimensionar os fenômenos desses contextos em seus aspectos quantitativos. Segundo Ana e Lemos (2018), essas pesquisas se baseavam em questionários aplicados a grande amostra e coeficientes de correlação, produzindo um processo em que sujeito, pesquisador e objeto sejam separados. Dessa forma, a suposta neutralidade defendida pela ciência positivista era transferida para a pesquisa em educação.

Lüdke e André (1986) citam os estudos de Bogdan e Biklen (1982), os quais descrevem as principais características da pesquisa qualitativa. Evidencia-se, dessa forma, o ambiente natural como fonte de dados e o pesquisador como importante instrumento na busca das informações; os dados obtidos são apresentados de maneira amplamente descritiva e rica em detalhes; preocupa-se mais com o processo do que com o produto; leva-se em conta os diferentes pontos de vista dos participantes da pesquisa e, por fim, não se preocupa em levantar hipóteses iniciais, dando importância para as abstrações que se formam na consolidação dos dados.

É importante destacar que a subjetividade conferida à pesquisa qualitativa não permite que se abra mão dos rigores científicos necessários. A diferença apresentada consiste na permissão de uma dinâmica e fluidez que as pesquisas quantitativas e analíticas não permitem, principalmente no contexto educacional. Dessa maneira, no escopo da pesquisa qualitativa, surgem metodologias que possibilitam esse processo dinâmico como a pesquisa-ação, o estudo de caso, a pesquisa etnográfica e a pesquisa de intervenção, que apontam caminhos viáveis para os objetivos pretendidos.

Sobre a pesquisa de análise documental, Ludke e André (1986) defendem que ela pode se constituir numa ferramenta valiosa de abordagem de dados qualitativos na complementação de informações obtidas por outras técnicas ou esclarecendo novos aspectos de um problema ou tema de pesquisa. Assim, o pesquisador tem a possibilidade de fundamentar suas posições pelas evidências retiradas dos materiais analisados. Assim, os textos dos LD analisados permitem várias reflexões sobre a presença, ou não, de indícios da Educação CTS de acordo com os autores que dialogam na perspectiva aqui defendida.

Gil (2002) chama a atenção para a semelhança desse tipo de pesquisa com a pesquisa bibliográfica. Assim, esse autor explica que a diferença entre as duas está na natureza das fontes, sendo que a pesquisa bibliográfica se utiliza das contribuições dos diversos autores sobre um assunto a ser estudado e a pesquisa documental busca os materiais que ainda não foram analisados ou que podem ser reestruturados de acordo com os objetivos perseguidos na pesquisa. A distinção entre essas duas formas de pesquisa não é tão nítida. Dessa forma, Gil indica que é possível considerar a pesquisa bibliográfica como um tipo de pesquisa documental, visto que fontes bibliográficas são, a rigor, documentos impressos com fins específicos a um

determinado público, constituindo-se num procedimento importante para a produção da pesquisa documental.

Assim, os LD de Física se constituem nos documentos a serem investigados. Este material empírico será analisado de acordo com as referências teóricas que se alinham aos estudos defendidos pela Educação CTS.

Na busca de caracterizar a pesquisa documental e defender sua importância dentro da pesquisa qualitativa, Sá-Silva, Almeida e Guindane (2009, p. 4) expõem que:

Quando um pesquisador utiliza documentos objetivando extrair dele informações, ele o faz investigando, examinando, usando técnicas apropriadas para seu manuseio e análise; segue etapas e procedimentos; organiza informações a serem categorizadas e posteriormente analisadas; por fim, elabora sínteses, ou seja, na realidade, as ações dos investigadores – cujos objetos são documentos – estão impregnadas de aspectos metodológicos, técnicos e analíticos.

Dessa forma, os documentos se constituem em importantes fontes de pesquisa e investigação, permitindo a produção de dados importantes para análise e reflexão e o pesquisador “que deseja empreender uma pesquisa documental deve, com o objetivo de constituir um corpus satisfatório, esgotar todas as pistas capazes de lhe fornecer informações interessantes” (CELLARD, 2008, p. 298). Essas pistas podem estar muito evidentes naquilo que está explícito, implícito ou até mesmo ausente nos textos desses documentos.

Ainda em relação à análise documental, Gil (2002) pontua as vantagens dessa forma de pesquisa, destacando a riqueza e a estabilidade de dados, com custos relativamente baixos, sem a exigência de contato com os sujeitos de pesquisa, exigindo apenas a disponibilidade de tempo. Quanto às limitações, o autor aponta as críticas referentes à não representatividade e subjetividade atribuída aos documentos. Entretanto, o autor indica alguns caminhos para se contornar essas críticas: para se garantir a representatividade, deve-se considerar um grande número de documentos e selecionar certo número de maneira aleatória; quanto à questão da objetividade, deve-se considerar as múltiplas implicações relacionadas aos documentos, antes de se produzir uma conclusão definitiva. Nesse último aspecto há que se considerar que nem toda pesquisa tem como objetivo resolver um problema específico ou chegar a uma conclusão. A presente pesquisa segue essa orientação, buscando elementos não para resolver um problema, mas para proporcionar uma melhor visão do problema e colaborar com outros meios de pesquisa.

Dessa maneira, prioriza-se discutir sobre os aspectos CTS investigados nos livros didáticos pesquisados, intuindo encontrar indícios dessa proposta que possam promover discussões e reflexões na percepção deles quanto às inter-relações dos elementos dessa tríade. Esses livros compõem a lista do Guia do PNLD 2018, nos quais foram feitas as leituras e interpretações e o método de análise dos dados foi a ATD. Assim, por meio da unitarização e categorização do *corpus*, que neste caso é composto pelos cinco livros, possibilitou-se a reflexão e discussão com os autores que fundamentam a Educação CTS e a produção de nove metatextos, sendo um para cada aspecto.

Os cinco livros escolhidos e analisados estão dispostos no Quadro 10. Esses livros foram os mais requisitados segundo a tabela de negociação PNLD 2018.

QUADRO 10: CINCO LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA MAIS DISTRIBUÍDOS PELO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (PNLD) DO ANO DE 2018

Código de Identificação	Referência
LD1	BONJORNO, R. B.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. P.; BONJORNO, M. A.; CASEMIRO, R.; BONJORNO, R. F. S. A. Física Eletromagnetismo/ Física Moderna . 3ª edição, São Paulo: FTD, 2016.
LD2	BARRETO FILHO, B. B.; SILVA, C. X. Física aula por aula: Eletromagnetismo * Física Moderna . 3. ed., São Paulo: FTD, 2016.
LD3	NANI, A. P. S.; VÁLIO, A. B. M.; FUKUI, A.; FERDINIAN, B.; OLIVEIRA, G. A.; MOLINA, M. M.; VENÉ. Ser protagonista . 3. ed., São Paulo, 2016.
LD4	MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIS, H. C.; SANT'ANNA, B. Conexões com a Física . Eletricidade do século XXI. 3. ed., São Paulo: Moderna, 2016.
LD5	YAMAMOTO, K.; FUKE, L. F. Física para o ensino médio. Eletricidade e Física Moderna . 4. ed., São Paulo: Saraiva. 2017.

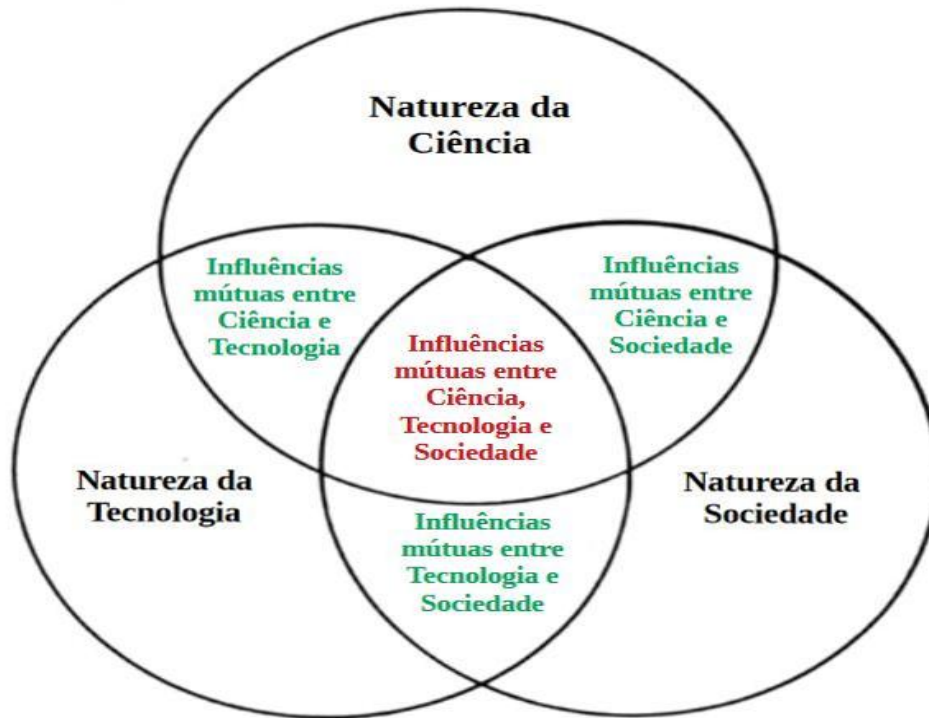
FONTE: O autor (2021).

Para efeito de categorização das obras, adotou-se inicialmente os nove aspectos que caracterizam uma proposta de ensino CTS indicados por MacKavanagh e Maher (1982), apresentados e discutidos por Santos e Schnetzler (2003), e apresentados no Quadro 3. Entretanto, reflexões mais intensas e críticas ampliaram as concepções sobre as inter-relações entre CTS, modificando as categorias e a análise realizada.

Esse movimento possibilitou o surgimento de **categorias emergentes** que permitiram ressignificar as **categorias a priori**, as quais apresentaram certa limitação devido o contexto de sua produção, assim como, o advento de concepções mais

atuais que produzem reflexões mais consistentes. Disso, emergiu uma nova possibilidade de análise indicada na Figura 3.

FIGURA 3: AS INTER-RELAÇÕES CTS



FONTE: O autor (2021).

O objetivo inicial era o de analisar somente os conteúdos que fizessem referência específica ao tema energia elétrica, o qual é o tema da sequência didática desta pesquisa. Todavia, esse tema não aparece de maneira especificada e delimitada na maioria das obras. Apenas LD3 apresenta um capítulo específico com o título “Produção e consumo de energia elétrica”, que, no entanto, não agrega todos os conteúdos que se pretende analisar. Dessa maneira, foram analisados todos os conteúdos de Eletricidade, os quais estão tradicionalmente e sistematicamente organizados nessas obras em Eletrostática, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo. Isso permitiu analisar os conteúdos desejados e ampliar a investigação para outros.

Discorrido sobre a natureza da pesquisa qualitativa e do tipo análise documental, no próximo tópico a abordagem será feita sobre a metodologia de análise dos dados constituídos.

4.2 A METODOLOGIA DE ANÁLISE

Para a análise dos dados constituídos no decorrer desta pesquisa, optou-se pela Análise Textual Discursiva (ATD) baseada nos estudos de Moraes e Galiazzi (2006). Essa metodologia se mostra propícia para a análise pretendida, visto que seu intento não é a comprovação ou a refutação de hipóteses estabelecidas a priori, mas envolver-se num processo de visão, percepção, abrangência e entendimento do tema energia elétrica nos LD investigados.

Um intenso envolvimento do pesquisador é requisitado ao optar-se pela ATD, posto que ela é uma ferramenta analítica ou procedimento de pesquisa que direciona todo o processo de investigação. Como uma metodologia aberta, seus métodos requerem um profundo e intenso trabalho de leitura e de escrita do pesquisador, envolvendo-o e impregnando-o nesse processo e possibilitando, assim, a emergência de novas compreensões obtidas com base no *corpus* da pesquisa, que se constitui num conjunto de documentos obtidos pelas produções textuais dos sujeitos envolvidos, diferenciando-se dos critérios de objetividade e neutralidade defendidos pelas pesquisas positivas (MORAES; GALIAZZI, 2006; 2011). Este *corpus* deve ser entendido como o conjunto amplo de informações obtidas para análise, como documentos, registros textuais e discursos proferidos (MORAES; GALIAZZI, 2003).

O tratamento deste *corpus*, que neste trabalho se constitui nos textos dos livros didáticos, requer profunda imersão do pesquisador, o qual, operando num contínuo de desconstrução e reconstrução dos materiais em análise, possibilita a emergência de novas compreensões do fenômeno analisado. Assim, esse processo é caracterizado por três fases distintas: a unitarização, a categorização e a produção de metatextos (MORAES; GALIAZZI, 2006; 2011).

Na primeira fase, de unitarização, o pesquisador promove um processo formado por dois movimentos principais: desconstrução e reconstrução do *corpus* da pesquisa. No movimento de desconstrução ocorre um processo de desmontagem do conjunto de informações. Esse momento é permeado pelo caos, desorganização, fragmentação, identificação e expressão de unidades consideradas elementares do *corpus*. No movimento seguinte ocorre o inverso: o pesquisador promove uma reconstrução rigorosa de compreensões, partindo do íntimo contato que tem com os significados expressos pelos sujeitos. Assim, a imersão nas leituras e interpretações dos textos dos LD será determinante para que se promova esse processo construtor e reconstrutor de unitarização, com intuito de se encontrar unidades de significado.

Somente após esses movimentos será possível dar o passo seguinte (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Neste trabalho, essa fase é caracterizada como o processo de fragmentação e desorganização do texto analisado, ou seja, examinar os textos dos LD em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos da energia elétrica e eletricidade de acordo com Moraes e Galiuzzi (2011). Assim, os textos serão desconstruídos, permitindo que surjam as unidades de análise ou unidades de sentido e significado. Essas unidades são classificadas de duas maneiras: as empíricas, obtidas pelas descrições ou transcrições literais dos textos dos livros didáticos que tratam sobre a energia elétrica e eletricidade; e as teóricas, selecionadas entre os autores que fundamentam esta proposta para discutir e refletir com as unidades empíricas (HYGINO et al., 2013; RODRIGUES-JUNIOR et al., 2015).

A segunda fase é denominada categorização, na qual as categorias começam a surgir de maneira incerta e inconsistente, mas que aos poucos vão se moldando com o rigor e a clareza necessários. Assim, as informações são comparadas e agrupadas pelas suas semelhanças, dando condições para que reconheça claramente as categorias que emergem. Nesse momento, o pesquisador experimenta intenso prazer, com a escrita fluindo com rapidez. Porém, como as categorias não nascem prontas, o pesquisador precisa revisitá-las continuamente, avaliando-as quanto à sua validade e pertinência. Essas categorias podem ser alcançadas de diferentes formas: pelo método dedutivo, que parte do geral para o particular e requer a adoção de categorias antes da análise do *corpus*, as chamadas categorias a priori; pelo método indutivo, o qual parte do particular para o geral e implica a construção das categorias a partir do *corpus*; e pelo método intuitivo, o qual requer a auto-organização do processo, possibilitando emergir uma nova ordem. É importante destacar que os métodos dedutivo e intuitivo podem ser combinados, produzindo um método misto de análise da pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2006; 2011).

O processo de leitura e comparação entre as unidades empíricas e teóricas buscará as relações mutuas e as semelhanças, permitindo a construção das categorias (HYGINO et al., 2013). Nesse caso, as categorias foram definidas a priori de acordo com os nove aspectos da Educação CTS indicados por Mckavanagh e Maher (1982) em Santos e Schnetzler (2003, p. 65), já descritos no Quadro 6.

A terceira e última fase é definida pela construção do metatexto. Nesse momento ocorre a descrição do objeto de estudo, partindo dos elementos emergentes dos textos analisados que são representados pelas categorias outrora construídas. Essa escrita proporciona ao pesquisador participar da produção das novas compreensões e de comunicação das diversas ideias, sempre partindo de seu olhar e subjetividade (MORAES; GALIAZZI, 2006).

O intenso trabalho executado nas fases anteriores com os LD e as referências teóricas permitirá a escrita dos textos descritivos e interpretativos que constituirão os metatextos dentro de cada categoria indicada nos nove aspectos da Educação CTS com a temática energia elétrica nos LD escolhidos. A correta organização das categorias para a análise dos dados e produção do metatexto promoverá um trabalho descritivo e interpretativo consistente dos objetos de investigação, que dependerá também da participação do pesquisador e da defesa de seus argumentos (HYGINO et al., 2013; MORAES; GALIAZZI, 2011).

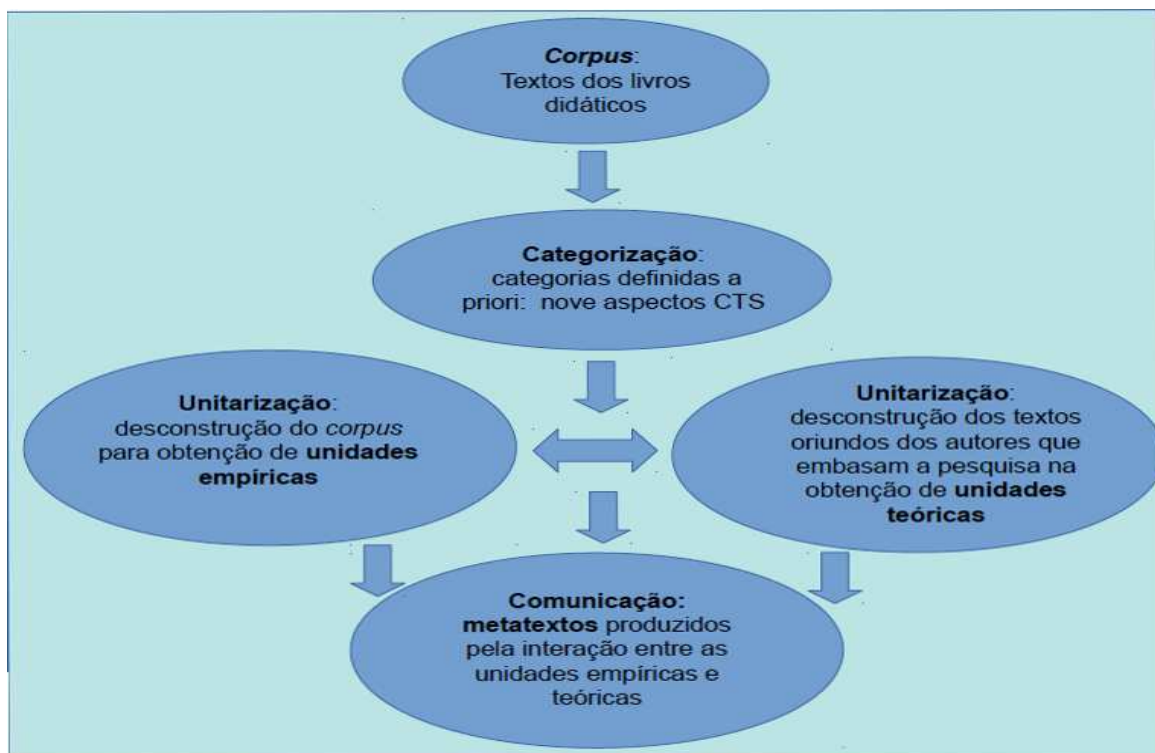
Dessa maneira, a ATD constitui-se numa poderosa ferramenta para que o pesquisador possa promover a análise dos dados que está construindo, enfatizando, aqui, sua participação no processo de produção, e refutando, dessa forma, a ideia de um mero coletor de dados. Deve-se frisar que esse processo requer uma responsabilidade muito grande, visto que se deve fazer cuidadosa leitura das diversas vozes envolvidas e as interpretações pertinentes. Deve-se ter, também, o suporte necessário para “surfear” no turbilhão de sentimentos que estarão presentes, como

prazer e dor, insegurança e convicção, solidão e solidariedade, todos propiciando espaços para a emergência do novo. Saber lidar com esses sentimentos é parte de um bom trabalho de análise. Sinalizar para esta aprendizagem é situar-se em um paradigma emergente de pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2006, p.122).

Assim, por meio da ATD, é possível selecionar os textos que discorrem sobre a energia elétrica e a Educação CTS, buscando as unidades de significados importantes para esta discussão, dentro das categorias a priori definidas em Mckavanagh e Maher (1982) em Santos e Schnetzler (2003, p. 65). Partindo desse, processo é possível produzir os metatextos que expressam as novas compreensões construídas.

A Figura 4 resume as etapas da ATD empregadas neste trabalho de pesquisa:

FIGURA 4: SÍNTESE DAS ETAPAS DA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA (ATD) UTILIZADA NA PRESENTE PESQUISA DOCUMENTAL:



FONTE: O autor (2021).

Após apresentar e discutir a metodologia no contexto desta pesquisa, serão descritas, no capítulo a seguir, as reflexões e discussões do processo da pesquisa nos LD de Física do 3º ano do Ensino Médio que sintetizam o principal objetivo deste trabalho.

5 A PRESENÇA DOS ASPECTOS CTS NOS CONTEÚDOS RELACIONADOS À ENERGIA ELÉTRICA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Neste capítulo, será abordada a investigação realizada nos livros didáticos, nos quais buscou-se identificar os aspectos dentro das inter-relações CTS. Também serão propostas atividades complementares aos textos dos livros, as quais também constituirão uma sequência didática estruturada nesses mesmos aspectos (ANEXO 1). Dessa maneira, será possível refletir sobre as complexas relações existentes entre as siglas da tríade CTS e suas contribuições para a educação científica, tecnológica e cidadã dos indivíduos.

Pelas discussões apresentadas até aqui, é notório que tanto a ciência quanto a tecnologia são constructos humanos que têm enormes potenciais que permitem promover inúmeras ações tanto benéficas quanto maléficas para a humanidade. Esses potenciais foram desenvolvidos e utilizados de acordo com os interesses humanos que, muitas vezes, não foram orientados para a promoção da cidadania, da democracia, nem para o desenvolvimento social e preservação do meio ambiente. Pelo contrário, foram manipulados para obtenção de benefícios particulares, obtenção de lucro e poder e controle social. Exemplos disso são as guerras, a fome, as desigualdades e a pobreza que afetam o mundo.

A pandemia de Covid-19, que neste momento assombra o mundo, demonstra o quanto a organização social, política e econômica da maioria dos países é tanto turbulenta quanto fragilizada. Turbulenta por promover verdadeiras convulsões sociais marcadas por um apreço exagerado nas informações, sem refletir suas origens e intenções, promovendo avalanches de *fake news*. Fragilizada pelo medo de agir além do indivíduo, além de si, na busca do bem coletivo. Santos (2020) retrata bem a situação atual da humanidade frente a esta pandemia que de maneira intensa dialoga com o discurso desta pesquisa. O autor defende que o capitalismo, o colonialismo e o patriarcado são os modos de dominação principais da sociedade desde o século XVII. Tais modos são ferozes, destemperados e indomáveis, mas não são visíveis em sua essência e articulação. Essa invisibilidade é estratégica e esconde, entre muitas coisas, a manipulação e o uso da ciência de acordo com seus interesses e objetivos. Uma invisibilidade que manipula, por meio da doutrinação e da educação, pessoas do mundo todo. Assim, esses mesmos modos que possibilitaram o surgimento desta

grave situação se negligenciam em atender e socorrer as pessoas diante das necessidades urgentes que assolam o planeta.

É impossível pensar numa proposta educativa sem levar em consideração a situação em que se encontra o mundo atualmente, assim como o Brasil. Dessa forma, Santos e Schnetzler (2003, p. 36) contribuem com essa reflexão ao fazerem os seguintes questionamentos:

Como, então, educar o cidadão para a democracia em um país que é muito mais uma oligarquia em que a minoria que possui o poder econômico governa sob o regime fisiológico, sem o menor escrúpulo, com negociatas e barganhas para atender a interesses de grupos minoritários? Em um país em que o Estado de direito não se aplica a todos, mas apenas aos que não pertencem à elite dominante?

Tais questionamentos levantam uma série de reflexões sobre a importância da educação de modo geral e da educação científica e tecnológica de maneira específica. As respostas podem ser encontradas com os mesmos autores, que defendem que a educação para a cidadania deve promover o desenvolvimento de valores éticos e democráticos que promovam a emancipação dos indivíduos, sua capacitação para a tomada de decisões pautada em ideais solidários e fraternos. Uma educação que promova uma revolução cultural que, segundo Ferreira (1993), destrua o terreno fértil das políticas patrimonialistas que impedem a liberdade, a autonomia e a cidadania de florescerem, preservando as raízes malignas das políticas populistas, autoritárias e excludentes, marcadas pelo coronelismo e clientelismo.

Dessa maneira, a discussão sobre as investigações e buscas de unidades de sentido começará a ser descrita no tópico seguinte.

5.1 A NATUREZA DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA SOCIEDADE PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO 3º ANO RELACIONADAS AO TEMA ENERGIA ELÉTRICA

Os aspectos CTS encontrados nas obras variaram desde pequenas inferências, como citação de exemplos simples, até propostas mais elaboradas, que se constituíam em momentos de reflexão mais acentuada. Assim, foi possível apontar alguns exemplos para discussão dentro dos aspectos indicados, fazer uma síntese dos indícios mais frequentes e levantar algumas considerações sobre a visão de ciência, tecnologia e sociedade apresentadas, as quais serão discutidas no decorrer da análise.

A tentativa de analisar a Natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade mostrou-se num exercício de reflexão e consideração dos aspectos elencados a priori. Esse exercício tencionou para que tais aspectos fossem revistos e repensados à luz dos dados que estavam sendo constituídos. Inicialmente, foi concebido pensar nas relações CTS considerando os nove aspectos propostos por Mckavanagh e Maher (1982) apud Santos e Schnetzler (2003, p. 65), de acordo com o Quadro 11.

QUADRO 11: NOVE ASPECTOS DE UMA ABORDAGEM CTS

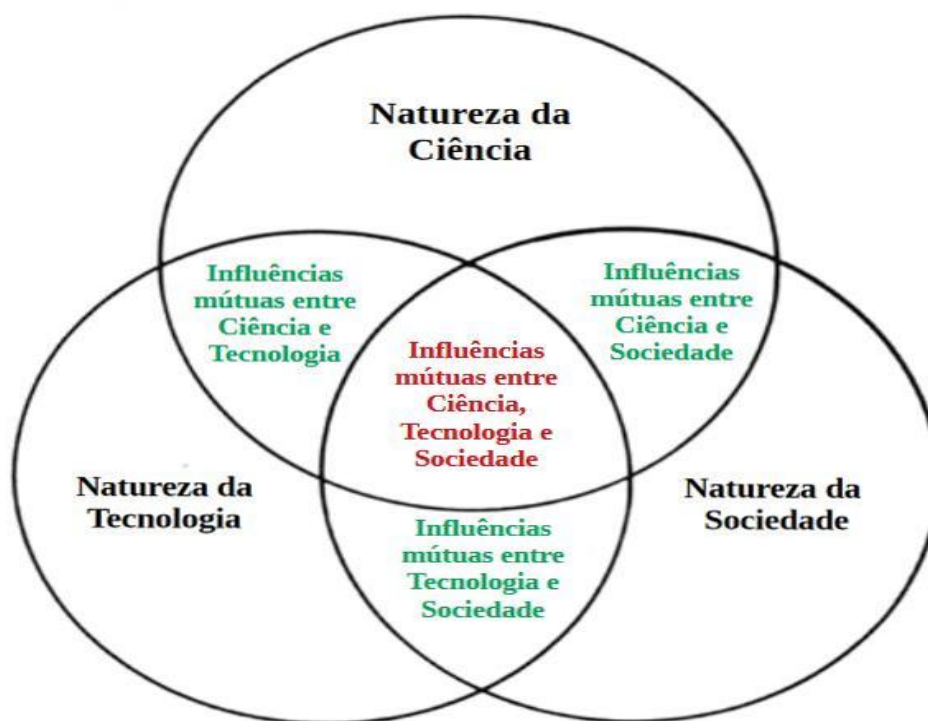
Código dos aspectos	Aspectos	Descrição dos aspectos
A1	1. Natureza da ciência	1. Ciência é uma busca de conhecimento dentro de uma perspectiva social.
A2	2. Natureza da tecnologia	2. Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
A3	3. Natureza da sociedade	3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
A4	4. Efeito da ciência sobre a tecnologia	4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
A5	5. Efeito da tecnologia sobre a sociedade	5. A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
A6	6. Efeito da sociedade sobre a ciência	6. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
A7	7. Efeito da ciência sobre a sociedade	7. Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
A8	8. Efeito da sociedade sobre a tecnologia	8. Pressões de órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
A9	9. Efeito da tecnologia sobre a ciência	9. A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

FONTE: Mckavanagh e Maher (1982) apud Santos e Schnetzler (2003, p. 65).

Perceber que os elementos da tríade promovem efeitos uns nos outros não é tão difícil, inclusive para algumas pessoas isso pode parecer até mesmo óbvio. Todavia, sem uma discussão ampla entre as complexas interações existentes entre a ciência, tecnologia e sociedade, é possível cair num pensamento partidário e simplista, e pensar as relações CTS de acordo com o quadro anterior, sem uma reflexão do todo que envolve tais interações, fugiria da dinâmica social onde os efeitos promovidos por um elemento podem promover mudanças nos outros dois, desencadeando processos de transformações mútuas.

Os elementos propostos no Quadro 11 constituíram-se nas categorias a priori desta pesquisa e, por meio destas categorias, foi possível reconhecer como os LD de Física se estruturam dentro de uma perspectiva CTS com o conteúdo de energia elétrica. De certa maneira, os textos investigados apresentaram evidências dos efeitos indicados no quadro citado. Entretanto, ao se conceber que os efeitos não são feitos de maneira unívoca, ou numa mão única, foi possível reelaborar essas categorias reconhecendo suas inter-relações, conforme indicado na Figura 3:

FIGURA 3: AS INTER-RELAÇÕES CTS



FONTE: O autor (2021).

Neste sentido, será feita uma discussão sobre as naturezas dos elementos da tríade CTS, destacando-as enquanto elementos singulares dotados de significados próprios, mas que não atuam separadamente, mesmo que os textos investigados nos LD permitam essa interpretação CTS segmentada, ao trabalhar o tema energia elétrica.

Nas discussões sobre os conteúdos analisados também serão apresentadas sugestões de atividades produzidas dentro das perspectivas da Educação CTS e que podem contribuir para suprir as carências que possam existir nos textos dos LD investigados nesta pesquisa.

Assim, com base nas análises, foi possível fazer um levantamento quantitativo que, de acordo com cada aspecto CTS, e seguindo o processo de unitarização e categorização dos dados identificados, foi possível produzir um metatexto para cada aspecto. Esses metatextos serão apresentados a seguir.

5.1.1 Natureza da Ciência

O primeiro aspecto investigado foi a **Natureza da Ciência**. A quantidade de evidências observadas nesse aspecto para cada LD é indicada na Tabela 1.

TABELA 1: INDÍCIOS DO ASPECTO NATUREZA DA CIÊNCIA

Livro – Código de Identificação	Número de indícios da Natureza da Ciência
LD1- Bonjorno et al. (2016)	13
LD2- Barreto Filho e Silva (2016)	19
LD3- Nani et al. (2016)	17
LD4- Martini et al. (2016)	07
LD5- Yamamoto e Fuke (2017)	11
Total	67

FONTE: O autor (2021).

A investigação apontou que a quantidade de indícios encontrados nesse aspecto foi pequena. Pelos dados indicados, o LD2 foi o livro que mais contemplou esse aspecto, com 19 citações, e o LD4 foi o que menos contemplou, apresentando apenas 7 citações.

Na sequência, será discutido este aspecto por meio de algumas citações encontradas nos LD que merecem maior atenção para a discussão aqui proposta:

Mas qual seria a natureza desse fenômeno provocada pelo atrito? Uma resposta a essa questão surgiu em 1729, quando o físico inglês Stephen Gray (1666-1736) **descobriu** que a eletricidade pode “fluir” de um corpo para outro [...] Isso o levou a estabelecer uma primeira classificação de materiais em dois tipos: os que permitiam e os que não permitiam a condução de eletricidade. [...] Charles Du Fay (1698-1739) fez uma **descoberta** importante: existem dois tipos de eletricidade [...] que foram denominadas eletricidade vítrea ou positiva – obtida no vidro quando atritado com seda – eletricidade resinosa ou negativa – produzida no enxofre atritado com lã. A ideia dos fluídos distintos permaneceu até 1750, quando Benjamin Franklin estabeleceu que os dois tipos de eletricidade existiam num único fluido em qualquer lugar. (LD1, 2016, p. 13, grifo nosso)

Entusiasmado com as descobertas da época, o matemático francês André-Marie Ampère (1775-1836) deu início a uma troca de correspondências com outros cientistas, nas quais eram relatados os experimentos realizados e era discutida a necessidade de um novo modelo para a Física eletromagnética [...]. Um dos correspondentes de Ampère foi o físico e químico autodidata inglês Michel Faraday (1791-1867). [...] Em 1831, depois de muitos trabalhos

e uma extensa lista de experimentos, Faraday **descobriu** o fenômeno da indução eletromagnética [...]. Em 1833, Heinrich Friedrich Emil Lenz (1804-1865) apresentou um trabalho no qual relatou suas experiências sobre fenômenos eletromagnéticos e eletrotérmicos. Lenz observou o efeito de oposição da corrente induzida à variação da força eletromagnética que lhe dava origem. Esse resultado, conhecido como lei de Lenz, uma consequência do princípio da conservação da energia. Foi determinado utilizando como base as ações mecânicas entre os circuitos, ou seja, as leis de Newton. O trabalho de Lenz foi retomado em 1845 por Franz Neumann (1798-1895), que propôs um modelo matemático para a indução (LD2, 2016, p.15, grifo nosso).

Em 1820, Hans Christian Oersted **descobriu** que a passagem de uma corrente elétrica por um fio condutor desvia uma agulha imantada situada nas proximidades. Contudo, ao contrário do que o modelo de força newtoniana sugeria, a agulha se movimentava não paralelamente, mas perpendicularmente ao fio condutor. [...] o problema do magnetismo se reduzia a um problema de forças entre correntes elétricas. Ampère tentou descrever essas forças com a ajuda de um modelo newtoniano, substituindo as partículas em interação por fios retilíneos condutores. [...] Os esforços empreendidos nesse sentido por Ampère e seus continuadores redundaram em fracasso. O problema iria encontrar finalmente sua solução graças a uma abordagem totalmente diferente, que teve uma influência decisiva sobre o desenvolvimento posterior da Física. Essa abordagem se funda no conceito de campo inventado por Michel Faraday. [...] Experimentador inigualável, ele jamais chegou, contudo, a dominar as delicadas técnicas matemáticas introduzidas por Ampère no estudo da eletricidade. Para atenuar esta desvantagem, forjou uma imagem mental que lhe havia sido inspirada pelo seguinte fenômeno: quando salpicamos limalha de ferro em torno de um ímã, ela se deposita segundo curvas que ligam os dois polos do ímã. Faraday propôs um modelo de “linhas de força” [que] batizou de campo magnético” [e] interpretou também a atração e a repulsão entre cargas elétricas pela ação de um “campo elétrico” [...]. (LD3, 2016, p. 131, grifo nosso)

Na segunda metade desse mesmo século, o físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) **provou** que o magnetismo e a eletricidade são diferentes aspectos da mesma teoria física. [...] Maxwell elaborou sua teoria relacionando diretamente a eletricidade ao magnetismo, por meio de quatro equações chamadas equações de Maxwell [...]. Maxwell também conseguiu calcular a velocidade de propagação dessas ondas chegando ao incrível valor de $v \sim 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ [...] o que fez com que ele concluísse que a luz é um tipo de onda eletromagnética. Dessa forma, as áreas da Óptica e do Eletromagnetismo, que aparentemente nada tinham em comum, puderam ser descritas pelas equações de Maxwell [que] realizou uma das grandes unificações da Física. Outras unificações foram feitas anteriormente, como a realizada por Isaac Newton, quando descreveu a queda dos corpos próximos à superfície da Terra e o movimento planetário com a mesma teoria, a da gravitação Universal. [...] Um dos últimos trabalhos de Albert Einstein foi tentar unificar as forças eletromagnéticas e gravitacional. (LD4, 2016, p. 214-215, grifo nosso)

A revista Physics World [...] publicou o resultado de uma enquete junto a seus leitores, sobre os mais belos experimentos científicos, e o experimento de Millikan foi o terceiro mais votado. [...] Como todos os experimentos importantes, esse também não se realizou de uma só vez, nem seu mérito se deve a uma única pessoa: pelo contrário, é o resultado de uma longa sucessão de ensaios e resultados produzidos a muitas mãos. Thomson havia partido de um arranjo experimental em que uma nuvem de gotículas de água, que envolvia íons gasosos, movia-se sob a ação de um campo elétrico, e o movimento dessas gotículas [...] dava ideia da sua carga. Havia dificuldades com o movimento das gotas por causa da rápida evaporação da água; em

1911, Millikan refez o experimento substituindo a água por óleo, aceitando uma suposta ideia de seu aluno, Harvey Fletcher.[...] “Quem viu esse experimento” [...] “viu literalmente o elétron”. Ele perscrutou, através de um microscópio, o interior de uma câmara que ele próprio havia desenhado. Aquela câmara era um pequeno palco [e os atores] eram pequenas gotas de óleo com uns poucos microns de diâmetro [...]. Cada gota, quando iluminada por uma lâmpada de arco volcânico, aparecia para millikan como uma estrela piscando no céu escuro.[...] ele viu as gotas irem para cima e para baixo em resposta às mudanças de campo elétrico. [...] Depois de observar uma gotícula se movendo no campo elétrico, de repente ela pulava ao encontrar outro íon no ar. “um elétron isolado pulou sobre a gota. Na verdade, podemos ver o exato instante em que ele pula dentro ou para fora.” [...] Ele se familiarizou com elas a ponto de reconhecer tudo o que estava acontecendo – e que o que estava acontecendo **lhe mostrava algo novo** a respeito do mundo. Há um prazer sensual em ver objetos se comportarem em situações complexas de acordo com leis que conhecemos intimamente. [...] Só que Millikan viu uma ação que **lhe mostrava** algo importantíssimo – a carga elétrica fundamental. Era o tipo de beleza de que Schiller falava, algo que “nos conduz para dentro do mundo das ideias sem, contudo, nos tirar do mundo dos sentidos”. (LD5, 2017, p. 65-66, grifo nosso)

A discussão sobre **Natureza da Ciência** pode ser percebida em LD1 quando o livro aborda a concepção histórica da eletricidade como fluido, sendo uma ideia modificada com o passar do tempo, indicando, assim, a provisoriedade do conhecimento e das teorias científicas, as quais são moldadas de acordo com o contexto social vigente. O LD2 faz um apontamento para o intercâmbio de conhecimentos entre os cientistas, a pesquisa feita dentro dos limites de uma teoria e a necessidade de se buscar uma interpretação teórica diante de novas indagações. Nesse sentido, é possível fazer uma reflexão epistemológica por meio das teorias de Ludwik Fleck (2010) e Thomas Kuhn (1970), que defendem as ideias de troca e construção dos conhecimentos científicos dentro dos “coletivos de pensamento”, “estilos de pensamento”, “evolução de ideias” e “circulação inter e intracoletiva” (FLECK, 2010), assim como “comunidades científicas”, “paradigmas” e “anomalias” (KUHN, 1970).

O LD3 também aponta para a importância da teoria dos campos como uma alternativa mais viável frente ao modelo newtoniano e faz uma consideração importante ao indicar que a capacidade imaginativa de Faraday o possibilitou construir o modelo de campo mesmo não dominando o formalismo matemático e acadêmico de Ampère. Em LD4, percebe-se a importância das deduções matemáticas de Maxwell complementando a teoria dos campos elétricos e magnéticos, promovendo a unificação destes no Eletromagnetismo e deste com a Óptica. O texto cita também outros exemplos de unificação de teorias na Física. O trabalho colaborativo também é apresentado em LD5 na elaboração da complexa experiência de Millikan. Esses

indícios apontam para o que Gil-Peréz (2001) defende acerca de uma visão de ciência baseada na historicidade, não neutra, indicando que outras abordagens são possíveis além dos rigores do método científico, as tentativas de unificação das teorias científicas, as modificações e contradições das ideias durante o processo histórico e o trabalho coletivo e colaborativo entre os pesquisadores.

Entretanto, nos mesmos textos, os grifos indicam concepções positivistas acerca dos processos científicos que podem distorcer o processo de aprendizagem. Todos os livros apresentaram palavras como ‘descobrir’, ‘provar’ e ‘mostrar’, indicando que as ideias construídas pelos cientistas eram “achados” na natureza, indicando que os saberes são absolutos e coube aos pesquisadores encontrá-los. Na experiência de Millikan, se reconhece a euforia e a beleza próprias do pesquisador ao conseguir representar, por meio de um modelo, suas impressões sobre o elétron e suas características. Todavia, o que Millikan viu não foi o elétron de maneira literal, assim como as impressões que obteve dele não correspondem a um raio x da realidade observada, são construções moldadas pelas teorias que ele já tinha construído sobre a matéria. Em LD1, pode-se retirar uma importante discussão sobre o processo histórico de elaboração dos conceitos de eletricidade na medicina, que também derrapa numa complicada afirmação positivista:

Não podemos, entretanto, julgar os acontecimentos históricos tendo como base o conhecimento atual, pois os **erros na Ciência contribuem tanto quanto os acertos** e, na **falta de uma verdade absoluta**, resta-nos estudar e tentar compreender a aceitação e a utilização dessas ideias em seu próprio tempo (LD1, 2016, p.14, grifo nosso).

Esse livro reforça sua postura positivista ao descrever sobre a construção da ideia de carga elétrica elementar ao pontuar que, “com o trabalho de Millikan, também ficou evidente que a concepção de carga elétrica com a sua estrutura de fluido contínuo **tinha de sair definitivamente do mundo da Ciência**” (LD1, 2016, p. 16, grifo nosso). Nesse aspecto, nega-se a historicidade, as teorias anteriores e os trabalhos importantes dos pesquisadores de outrora. Pozo e Crespo (2009) pontuam que nos meios de comunicação e nas salas de aula, a imagem da ciência como um processo de descobrimento de leis enterradas sob a aparência da realidade é muito presente. Esses autores defendem que, assim como na filosofia e história da ciência, essa concepção positivista, de que a ciência é uma coleção de fatos objetivos governados por leis extraídas dos fatos pelo rigor do método científico deve ser superada dando lugar para uma visão na qual os conhecimentos são construções

sociais. Nesse sentido, Chalmers (1993) também defende que é preciso entender a ciência como um corpo de conhecimento historicamente em expansão e que uma teoria somente poderá ser corretamente avaliada se for considerada em seu contexto histórico, ligando-a às circunstâncias que lhe deram origem.

Ao se analisar os textos indicados, sem uma reflexão mais acurada, é possível concluir que o que foi discutido até aqui se trata unicamente de fatos e situações próprias do fazer científico, sem relações com a tecnologia e a sociedade. Todavia, os textos **negligenciam a participação dos outros elementos da tríade pela tradição cultural de pensar a ciência, a tecnologia e a sociedade como elementos separados**, ou cujas influências são consideradas de maneira unilateral.

A história da ciência e da física indica que a produção científica dos conceitos de eletricidade foi formulada dentro das dinâmicas sociais, sofrendo as tensões e mudanças nos cenários da história da humanidade da época. Brito et al. (2014, p. 216) pontuam que:

Através de análises histórico-epistemológicas atenta-se para o fato de que o conhecimento científico é influenciado por diversos fatores durante o seu complexo processo de elaboração. Esses fatores vão muito além daqueles considerados habitualmente como científicos.

Forato, Pietrocola e Martins (2007) colaboram com essa ideia ao propor que a HC contribui positivamente com o entendimento da atividade científica, visto que as análises histórico-epistemológicas permitem entender que o **conhecimento científico é influenciado por diversos fatores que vão muito além dos que são considerados científicos**.

Nesse sentido, investigações históricas sobre as influências sociais nas práticas científicas do século XIX permitem perceber que a **ciência não é uma prática isolada feita por pessoas neutras e geniais** (BRITO et al., 2014; SILVA; SILVA, 2017).

Para defender essa ideia, esses autores pontuam os aspectos históricos que influenciaram intensamente as atividades científicas desde o século XVII até o XIX. Assim, o advento da Ciência Moderna traz consigo a necessidade de se produzir um conhecimento seguro que permita conceber supostas verdades universais. Entre os vários nomes que participaram da chamada Revolução Científica, destaca-se Isaac Newton, cujas ideias marcariam fortemente o período pós-revolucionário, determinando um paradigma dominante na ciência até o século XVIII. Ainda nesse século, surge o Iluminismo, movimento cujos valores e conceitos influenciaram várias

correntes filosóficas na Europa, defendendo preceitos como o liberalismo econômico, político e social que culminaria na revolução política francesa e industrial inglesa entre os séculos XVIII e XIX.

A Revolução industrial promoveu o interesse pelas máquinas e motores, desenvolvendo a mecanização da produção, surgimento de fábricas e otimização e redução de custos atendendo aos anseios da emergente burguesia industrial. Nessa configuração capitalista de sociedade surge a necessidade de se medir o trabalho realizado pelo operário e pelas máquinas, estabelecendo um conceito de eficiência e de produtividade, sendo que o aumento da produtividade também aumentaria o lucro do empregador. Tais conceitos também se consolidam na Física devido a essa demanda industrial. Assim, esse período de 1800 a 1900 foi marcado pela quantificação, pela busca de leis matemáticas e explicações mecânicas dos fenômenos. **As visões mecanicista e iluminista estavam alinhadas, determinando os rumos sociais, as pesquisas científicas e tecnológicas dessa época** (BRITO et al., 2014).

Nesse período histórico encontra-se ainda um *locus* de discussão muito fecundo ao que se propõe aqui, quando esses autores apontam para um movimento filosófico muito importante do século XIX: a *Naturphilosophie*. Esse movimento, fortemente influenciado pelo Romantismo alemão, espalhou-se como tendência filosófica por vários países, sendo muito provável sua influência sobre o pensamento científico da época. Seu principal nome é Friedrich Wilhelm Joseph Von Schelling (1775-1854) (BRITO et al., 2014; SILVA; SILVA, 2017).

Para os defensores da *Naturphilosophie*, os fenômenos da natureza estavam relacionados a um tipo de “força” ou princípio unificador. Dessa maneira, aos fenômenos relacionados à luz, eletricidade, magnetismo e calor havia uma interconexão que os correlacionassem corretamente, um tipo de essência presente nos processos de conversão já conhecidos na época (BRITO et al., 2014; SILVA; SILVA, 2017).

A *Naturphilosophie* surge como crítica ao mecanicismo, devido à extrema confiança que depositava nos cálculos matemáticos, sem considerar os aspectos descritivos mais amplos e o lançamento de hipóteses (BRAGA; GUERRA; REIS, 2007; SILVA; SILVA, 2017).

Dessa maneira, muitos pesquisadores já citados em textos anteriores, como Alessandro Volta, Michael Faraday e Hans Cristian Oersted, tiveram dificuldades de

produzir seus conhecimentos sobre a eletricidade dentro das teorias mecanicistas. A concepção de eletricidade como fluido demonstra como o estilo de pensamento assentado no mecanicismo orientava as investigações. **Entretanto, a dinâmica social engendrada pelo pensamento filosófico instigava os pesquisadores supracitados por meio dos preceitos da *Naturphilosophie* a buscarem uma outra explicação e uma outra maneira de se conceber os fenômenos elétricos** (BRITO et al., 2014; SILVA; SILVA, 2017).

Assim, por volta de 1850, aquilo que era entendido como uma “força” é renomeado, tornando-se o que conhecemos hoje como energia. Para Smith (1998), com o nascimento da ciência da energia, instaura-se uma nova linguagem que nada mais era que a sintomática de uma série de mudanças conceituais profundas que resultariam numa nova visão científica. Nesse sentido, Silva e Moradilo (2005) argumentam que as formas de energia conhecidas e concebidas de maneira desconexa, como a energia potencial e a cinética, são ampliadas para outras formas, promovendo o princípio unificador da conservação da energia.

Também é possível fazer algumas discussões sobre a participação da tecnologia que, aparentemente, não é evidenciada, mas teve importante papel nos períodos e processos indicados nos textos selecionados.

Como já citado em Miranda (2002), a tecnologia surge da aliança entre a ciência e a técnica a partir do renascimento, coincidindo com o lapso temporal apresentado nos textos aqui apontados. Essa aliança foi forjada para atender às demandas do emergente modo de produção capitalista que visa, acima de tudo, ao lucro.

Dessa maneira, a tecnologia não pode ser entendida como a simples aplicação de técnicas, ou a aplicação dos conhecimentos científicos, visto que ela é concebida dentro de determinadas intencionalidades.

De acordo com Bernal (1969, p. 1287), as diversas máquinas da Revolução Industrial não foram meros presentes dos seus inventores. **As ofertas de lucro no mercado incentivaram as pesquisas científicas e tecnológicas que se retroalimentavam, impulsionando novas pesquisas e busca por mais lucro.** A teoria eletromagnética de Faraday, como um novo princípio científico, incentivou (ou foi incentivada) por um novo processo, ou uma nova máquina, que provocou modificações nos processos produtivos, assim como transformações econômicas e sociais.

Em Kocher (2014), é possível encontrar uma discussão bem alinhada com o que se propõe aqui. O autor defende que o desenvolvimento da telegrafia no mundo é um exemplo interessante de como a ciência e a tecnologia se relacionam de acordo com os aspectos econômicos, políticos e sociais. Kocher indica que a indústria telegráfica foi a primeira a envolver um conjunto de pesquisadores de ponta, que tinham como objetivo desenvolver uma tecnologia na qual a ciência da época teve que reelaborar os conceitos do eletromagnetismo para se consolidar. Destacam-se nesse processo os investimentos financeiros maciços com interesses diversos como os de ordem mercadológicas e de controle dos países colonizadores europeus às colônias africanas.

Kocher (2014) pontua que a teoria dos campos de Faraday e posterior elaboração dos campos eletromagnéticos por Maxwell não tinham boa aceitação nos períodos em que começaram a se desenvolver. A primeira confrontava com a concepção de eletricidade como fluido, mais coerente com as teorias newtonianas e mecanicistas, e era carente de explicações matemáticas. A segunda discordava da teoria da eletrodinâmica da ação a distância, também muito influente na época, e era de difícil interpretação matemática em sua versão original, sendo composta por uma síntese do eletromagnetismo em vinte equações.

Assim, o autor considera que as dificuldades enfrentadas para se construir a transmissão da comunicação pelos telégrafos foram de grande importância para que um grupo de cientistas chamados de maxwellianos reelaborassem as ideias de Maxwell, inclusive reformulando as suas famosas equações, que são conhecidas e aceitas até hoje de uma maneira mais simples e compreensível, para resolver demandas e problemas relacionados à construção do sistema de telegrafia, principalmente o transatlântico.

Dessa forma, é possível perceber que alguns LD analisados trabalham com elementos da **Natureza da Ciência**, propondo algumas reflexões importantes, mesmo que insuficientes, dentro da perspectiva aqui defendida. Outros ainda desenvolvem propostas centradas no positivismo, promovendo uma ciência neutra e de cunho salvacionista que destoa fortemente das perspectivas da Educação CTS. E quando se observa a relação da **Natureza da Ciência** com a tecnologia e a sociedade, percebe-se uma carência maior ainda, indicando que a organização dos conteúdos relacionados à energia elétrica precisa avançar mais para se desenvolver propostas CTS autênticas.

Deste modo, pode-se perceber que falar da **Natureza da Ciência** sem considerar a participação da tecnologia e da sociedade não faz muito sentido dentro do que está proposto nesta pesquisa. Agora, resta saber se com a tecnologia também é possível fazer essas considerações. Isso será discutido na sequência.

5.1.2 Natureza da Tecnologia

A investigação sobre esse aspecto demonstrou que a quantidade de indícios encontrados que apontam para a **Natureza da Tecnologia** foi menor do que a da Natureza da Ciência, conforme a Tabela 2, que expressa estas quantidades:

TABELA 2: INDÍCIOS DO ASPECTO NATUREZA DA TECNOLOGIA

Livro – Código de Identificação	Número de indícios da Natureza da Tecnologia
LD1- Bonjorno et al. (2016)	07
LD2- Barreto Filho e Silva (2016)	16
LD3- Nani et al. (2016)	08
LD4- Martini et al. (2016)	02
LD5- Yamamoto e Fuke (2017)	03
Total	36

FONTE: O autor (2021).

Com exceção de LD2, cujas quantidades são próximas à NdC, os demais livros apresentam valores bem discrepantes. Novamente, o LD2 é o livro com maior quantidade de evidências tanto em Ndc quanto em NdT, e o LD4 o de menor quantidade.

Com o intento de refletir sobre a presença desse aspecto nos LDs, foram selecionados os seguintes exemplos de citação:

Se hoje sonhamos em usufruir de equipamentos e tecnologias só vistos em filmes de ficção científica, no passado os sonhos tecnológicos acalentados pelas pessoas eram, por exemplo, poder falar a longas distâncias, transmitir informações com rapidez, produzir uma luz artificial.

Durante o século XIX, os cientistas buscavam consolidar os conhecimentos teórico e experimental sobre a eletricidade [...] fora do mundo acadêmico, inventores e laboratórios de empresas privadas já buscavam exaustivamente a aplicação prática e comercial da eletricidade.

Assim, foram desenvolvidos aparelhos e dispositivos elétricos que começaram a mudar completamente o modo de vida das pessoas.

Por volta de 1844, o telégrafo foi colocado em operação comercial ligando [...] Baltimore e Washington...

Se hoje podemos telefonar para nossos amigos [...] essa facilidade se deve ao anglo-americano Alexandre Graham Bell [...]. Ele tinha forte motivação para estudar a produção de sons por nossas cordas vocais e sempre se empenhou em desenvolver mecanismos de comunicação alternativos. Sua mãe era deficiente auditiva e, mais tarde, a mulher com quem queria se casar tinha o mesmo problema. (LD1, 2016, p. 132)

Já Thomas Edison [...] trabalhava para o laboratório de pesquisa de uma grande empresa. Com objetivos muito práticos e uma enorme capacidade para construir aparelhos elétricos, Edison se tornou um dos maiores inventores de todos os tempos...

A lâmpada incandescente, sua maior invenção, exigiu horas e horas, dias e dias de trabalho de toda a sua equipe para encontrar um material adequado para o filamento que proporcionaria uma duração satisfatória e a intensidade de luz desejada.

No Brasil, a energia elétrica começou a ser oferecida em 1879, com a iluminação da estrada de ferro D. Pedro II [...] a demanda por energia logo cresceu, mas o governo não tinha condições de oferecer o serviço para toda a população. [...] Como ocorre com qualquer inovação tecnológica, a população temia que as lâmpadas pudessem ocasionar problemas de saúde, e as empresas de energia tiveram de enfrentar embates ideológicos sobre o uso do novo recurso. (LD1, 2016, p. 132-133)

Em LD2 (2016, p. 184-185), é apresentado o documentário “Master of lightning” (Mestre dos raios), direção de Robert Uth (2000), no qual são relatados a vida e os feitos de Nicola Tesla. O vídeo apresenta Tesla como um gênio da eletricidade que sonhou dar suprimento ilimitado de energia ao mundo. Desde pequeno, Tesla se destacava por sua capacidade de criação e imaginação. Na transcrição do vídeo é possível perceber que:

Desde cedo, Tesla começou a demonstrar extraordinária imaginação.

Para dar um exemplo, eu era fascinado pela descrição das Cataratas do Niágara, imaginava em minha mente uma grande roda impulsionada pelas cataratas.

[...]

Os primeiros motores elétricos operavam por corrente elétrica contínua, mas exigiam o sistema de conexões por faiscamento para induzir um efeito de rotação do motor. Disse ao meu professor que o funcionamento de geradores e motores poderia melhorar muito se utilizássemos correntes que se alternassem. Ele me envergonhou terrivelmente na frente dos colegas ao dizer: Senhor Tesla jamais conseguirá, isso é um esquema de movimento perpétuo. (UTH, 2000).

Tesla mudou-se para os Estados Unidos procurando por Thomas Edison, por quem imaginava ser apoiado em seus planos de produção de corrente alternada. Edison o acolheu inicialmente, mas logo Tesla romperia com ele e conseguiria o apoio financeiro de George Westinghouse. Isso despertaria fascinação e inveja em outros inventores. Os trechos transcritos descrevem como seus opositores agiram, provocando o que foi conhecida como “Guerra das Correntes”:

No final dos anos 80, século 19, Edison deu início a uma campanha negativa na mídia para desacreditar o sistema elétrico de corrente alternada desenvolvido por Tesla. Isso tornou-se conhecido como a guerra das correntes.

[...]

Meu desejo pessoal seria proibir completamente o uso da corrente alternada, ela não só é desnecessária como perigosa. Os empregados de Edison demonstravam os perigos da corrente alternada, eletrocutando animais em praça pública.

[...]

É tão certo quanto à morte, que Westinghouse irá matar um cliente dentro de seis meses após a instalação de um sistema de qualquer tamanho. Nenhum de seus planos me traz qualquer preocupação. Um associado de Edison sugeriu a utilização da corrente alternada como forma de execução de criminosos. Um teste foi feito na prisão Auburn State de Nova York em 1890. Diversas tentativas grotescas foram necessárias para matar a vítima e testemunhas disfarçadas relataram que sua coluna vertebral rompeu em chamas. (UTH, 2000).

Tesla e Westinghouse saíram vitoriosos e ganharam as concessões para que a produção de corrente alternada fosse desenvolvida no estado de Nova York. Entretanto, Tesla abriu mão de seus lucros em favor de Westinghouse devido a problemas financeiros em sua empresa. Tesla seria trapaceado novamente, desta vez por Marconi. De acordo com o documentário:

Marconi chegou a Nova York em 1900 para sua nova empresa, Marconi América. Ele solicitou uma patente americana para um sistema de telegrafia sem fio, mas ela foi negada por ser similar à invenção de Tesla.

J.P. Morgan concordou em investir 150 mil dólares no centro mundial de transmissão de rádio de Tesla, mas a verdadeira intenção do inventor era transmitir, sem fios, quantidades industriais de energia elétrica e, assim, decidiu manter isso em segredo para o investidor.

[...]

Então, em 8 de dezembro de 1901, Marconi deu novo passo adiante e transmitiu sua famosa letra s através do atlântico.

[...]

A verdade a respeito de Marconi é que ele usou o sistema de Tesla para transmitir sinais e alegou a seus amigos que ele mesmo desenvolvera.

Morgan começou a duvidar de seu investimento. O sistema de Marconi não apenas funcionava, mas também era barato, e problemas técnicos começaram a ocorrer [...]. Tesla foi forçado a contar a Morgan: não é uma simples transmissão de mensagens e sim a transmissão mundial de energia elétrica.

Mas Morgan era um homem de negócios e já havia decidido apoiar Marconi. As notícias de que o investidor havia se retirado da Wardenclyffe rapidamente se espalharam e Tesla estava financeiramente arruinado. (UTH, 2000).

Mesmo após sua morte, Tesla deixou escritos que despertaram muitos interesses armamentistas. A transcrição relata que:

Logo após a morte de Tesla rapidamente, espalhou-se o receio de que ele tivesse inventado uma nova e poderosa arma [...]. Relata-se que Tesla completou e aperfeiçoou seus experimentos com a transmissão por rádio de energia elétrica, comumente conhecida como raio da morte. Um parente distante de Tesla, chamado Sava Kosanovic, estava tomando medidas para se apoderar desses importantes planos e documentos. [...] Kosanovic era um diplomata iugoslavo em ascensão com supostas conexões com os comunistas. Ele insistiu que os pertences do tio fossem mandados para a Iugoslávia. O escritório americano de propriedade estrangeira imediatamente

confiscou os pertences de Tesla até que fosse estabelecida sua propriedade. Toda a papelada técnica sobre armas de raios foi secretamente microfilmada por agentes militares dos estados unidos (UTH, 2000).

Pesquise sobre os diferentes tipos de lâmpadas utilizadas em diversos equipamentos, a relação de preço e duração; analise os dados obtidos para concluir pela necessidade ou não dessa troca generalizada de tecnologia. Em seguida, apresente sua conclusão para os colegas e para o professor. (LD3, 2016, p. 60)

Até o início do século XIX, a única maneira de produzir energia elétrica era por meio de pilhas e baterias. A sociedade não estava muito preocupada com essa produção, pois ainda não havia a dependência que existe hoje em relação a essa energia. Além disso, os fenômenos relacionados à eletricidade eram encarados apenas como “curiosidades da ciência”.

Thomas Alva Edison (1847-1931) criou, em 1879, a primeira lâmpada elétrica com filamento de carbono, substituindo as lâmpadas de carvão ou a gás.

Os geradores de corrente alternada possibilitaram a geração de quantidades enormes de energia elétrica em função do movimento (energia mecânica) de condutores em campos magnéticos [...].

Podemos avaliar o impacto dessa invenção observando nossa dependência de aparelhos que funcionam com energia elétrica. É possível imaginar a vida sem o uso dessa energia? (LD4, 2016, p. 198)

[...] o desfibrilador é um aparelho que consegue acumular e descarregar certa quantidade de carga elétrica em um curto intervalo de tempo. Repare que as pilhas ou as baterias não carregam nem descarregam rapidamente... Por isso, o circuito eletrônico do desfibrilador deve ser composto, entre outros componentes, de um dispositivo que consiga acumular e descarregar altas quantidades de energia rapidamente. Esse dispositivo é o capacitor.

Quando falamos em armazenar qualquer coisa em algum lugar, logo pensamos que esse lugar tem uma capacidade de armazenamento. Por isso, a palavra ‘capacidade’ sugere uma quantidade fixa normalmente associada a fluidos [...]. O termo não seria apropriado para a eletricidade, mas foi adotado devido à concepção antiga que os físicos tinham a respeito da eletricidade. Eles achavam que a eletricidade também era um fluido. Isso, hoje, talvez pareça absurdo, mas o primeiro dispositivo criado para armazenar cargas foi feito em uma garrafa com água chamada garrafa de Leyden.

A garrafa de Leyden foi a precursora de uma das mais importantes peças utilizadas nos circuitos eletrônicos atuais: o capacitor. (LD5, 2017, p. 78-79)

O LD1 apresenta ideias da tecnologia como produtos de produção humana, como a capacidade imaginativa e criativa de Tesla e as motivações de Graham Bell. O mito de que a tecnologia é oriunda do conhecimento científico também é questionado, quando o LD5 descreve o surgimento da garrafa de Leyden, instrumento muito útil nas pesquisas científicas posteriores sobre a eletricidade e que deu origem ao capacitor e ao desfibrilador. Isso corrobora o que Miranda (2002) defende, ao alegar que a produção e consumo de tecnologias é um processo social, condicionado por estruturas sociais e moldado historicamente.

LD1 também apresenta o intenso e árduo trabalho de muitas pessoas nas pesquisas tecnológicas de Thomas Edison sobre a lâmpada incandescente, sendo,

entretanto, negligente, ao ignorar outras importantes pesquisas, nesse caso, as de Joseph Swan. Esse mesmo livro também faz referência a questões ideológicas sobre a aceitação de uma nova tecnologia, como no início do processo de iluminação por energia elétrica no Brasil, indicando que a falta de diálogo entre a sociedade com a CT é antiga e ainda hoje é reproduzida. Por meio do documentário “Mestre dos Raios”, o LD2 apresenta potencial discussão sobre os embates e controvérsias presentes na ciência e tecnologia. Assim, a épica “guerra das correntes” pode auxiliar na discussão sobre as diferentes posições e pensamentos dentro das comunidades científicas e tecnológicas, bem como os interesses hegemônicos e manipulações pessoais marcados por valores econômicos, ego, acúmulo de riqueza e bélicos. O LD3 traz um pequeno *box* com uma proposta de pesquisa sobre a evolução das lâmpadas, pedindo uma análise de cada uma e a necessidade de substituição de uma tecnologia por outra, a qual deve ser discutida em sala. Atividades de pesquisa, quando bem dirigidas e refletidas coletivamente, podem contribuir no processo de aprendizagem. Nesse caso específico, a discussão deve privilegiar os motivos sociais e ambientais que promovem a troca de uma tecnologia pela outra.

O reconhecimento de que a **tecnologia é carregada de valores e intenções**, aqui apresentados, aponta para a Teoria Crítica de Feenberg (2010) e da Adequação Sociotécnica de Dagnino (2014), concepções pelas quais são percebidos os aspectos instrumentais e influências dos valores capitalistas que são reforçadores e inibidores das transformações sociais. Entretanto, tal concepção permite uma reflexão sobre a capacidade que a sociedade tem de exercer controle “humano” sobre a tecnologia.

O LD4 faz uma introdução de capítulo discutindo como a sociedade se mantinha alheia às pesquisas científicas e apresentando benefícios promovidos pelas novas tecnologias provenientes da energia elétrica ao substituírem os aparatos tecnológicos da época. O texto ainda tenta levar o leitor a uma comparação temporal atual com o século XIX, questionando se seria possível imaginar a vida sem o uso da energia elétrica como a produzimos e consumimos hoje. Não se pretende negar aqui os benefícios que as tecnologias provenientes pelo avanço das pesquisas com a energia elétrica proporcionaram no decorrer do tempo, mas não é cabível deixar de refletir sobre as forças sociais que atuaram tentando manter essa estampa de que o desenvolvimento científico promoveu o desenvolvimento tecnológico, que propiciou o desenvolvimento econômico e que determinou o desenvolvimento social em larga escala (AULER, 2002). Primeiramente, concorda-se com Pinto (2005) que o texto

reproduz o chamado “maravilhamento tecnológico” ao comparar a sociedade de hoje com a do passado sem considerar o processo histórico de cada uma, indicando que a vida pode ser melhor, ou mais tecnológica, hoje que no passado.

Um segundo ponto importante é a falta de preocupação da sociedade da época, que encarava os fenômenos da eletricidade como ‘curiosidades da ciência’. Nesse aspecto, pode-se afirmar que a sociedade ainda está alheia a discussões sérias sobre ciência e tecnologia, mesmo com os processos de escolarização e de comunicação. Um exemplo a ser considerado é o advento da internet na década de 1990. Não se observou movimentos contundentes de reflexão sobre essa tecnologia, também fruto da pesquisa com energia elétrica, nas escolas, na mídia, na política entre outros. E também se fosse perguntado à maioria dos cidadãos sobre a necessidade social da internet na referida década, a maioria das pessoas a considerariam totalmente dispensável para o padrão daquela época. Ao se analisar o acesso à internet pela população brasileira quase trinta anos depois, pode-se perceber que boa parcela da população não a tem. Mais uma vez torna-se necessária a discussão sobre a neutralidade e determinismo científico e tecnológico que, de maneira camuflada, tentam promover as maravilhas da CT e disseminam os valores de um sistema capitalista excludente.

Ainda em LD1 (2016, p. 133), encontra-se uma atividade que pode ser usada como exemplo para esmiuçar o que está se discutindo aqui:

O progresso científico avançou rapidamente no final do século XIX. Nas descrições das novas tecnologias, as palavras ‘aplicações práticas e comerciais’ aparecem frequentemente. Qual é o nome do sistema econômico vigente no final do século XIX e início do XX? Debata como esse sistema pode ter ajudado o progresso científico desse período histórico.

A resposta que o livro propõe é a seguinte:

O sistema econômico é o capitalismo (ou liberalismo), em que os meios de produção são dominados pela propriedade privada, e não pelo governo. **No sistema capitalista busca-se o lucro nas relações comerciais e de produção. O sistema investe em tecnologia para melhorar os lucros obtidos nessas relações e, portanto, pode ajudar no desenvolvimento científico** (LD1, 2016, p. 133, grifo nosso).

Núñez (2000) pontua que a Revolução Científica dos séculos XVI e XVII deu origem à ciência moderna, além de institucionalizar e profissionalizar a prática científica, marcando de maneira acentuada a relação entre a ciência e a sociedade nos séculos seguintes. **As Revoluções Industriais acompanhadas pelas mudanças tecnológicas promovem uma intensa aproximação desta com a**

ciência de modo a serem confundidas na segunda metade do século XX. Esse autor defende que esses processos se desenvolvem de maneira paralela e interconectada com o capitalismo, que gerou necessidades econômicas e tecnológicas, impulsionando a ciência, assim como promoveu ideias e modos de pensar individualistas, impessoais e mecanicistas que consolidaram uma visão científica de mundo, assim como valorizou a técnica, abrindo espaço para o empirismo, o qual foi associado às teorias e à matemática. **Dessa relação, o modo capitalista fundamentou suas concepções de forças produtivas e relações de produção e seus planos mais importantes: difundir seus padrões de consumo e os modelos de desenvolvimento para os quais advoga.**

Adorno (1996) faz uma importante reflexão sobre a intencionalidade existente na disseminação e defesa do sistema capitalista, laureando-o como promotor das maravilhas da CT na sociedade. Para esse autor, o saber é poder e ele está a serviço da economia burguesa, para quem a técnica deve ser a essência desse saber e “seu objetivo não são os conceitos ou imagens nem a felicidade da contemplação, mas o método, a exploração do trabalho dos outros, o capital” (ADORNO, 1996, p. 18-19). Esse autor ainda pontua que a linguagem imparcial da ciência fortaleceu a influência das classes dominantes, indicando que o conhecimento científico e suas aplicações práticas produzem o desenvolvimento social, única e exclusivamente pautados na obtenção de lucro e nas relações comerciais e de produção.

As ideias de Elliot e Elliot (1980) também cabem na discussão aqui desenvolvida, visto que, para eles, a sociedade está toda impregnada pela tecnologia, logo esta não pode ser vista como elemento isolado. Assim, a tecnologia e a sociedade se afetam reciprocamente, e na busca de tirar a sustentabilidade das afirmações deterministas de caráter tecnológico, os autores defendem que

ainda que seja óbvio que a tecnologia desempenha um papel importante nas mudanças sociais, é pouco provável que em cada caso tenha sido o único fator ou causa inicial. Também há pressões do tipo político, econômico e social. A tecnologia pode fazer que em certas circunstâncias haja mudanças sociais, mas não as origina ou determina como se desenvolverão (ELLIOT; ELLIOT, 1980, p. 24).

O determinismo econômico também é questionável para esses autores, que contestam a ideia de que a tecnologia e a sociedade são moldadas única e exclusivamente por pautas econômicas. Dessa maneira, ao se considerar como premissa verdadeira a ideia de que a tecnologia se desenvolve graças às necessidades das atividades econômicas, também dever ser considerada como

verdadeira a premissa de que a tecnologia tem um desenvolvimento próprio, que muitas vezes pode ser contrário às necessidades da economia.

Separar o fazer científico do tecnológico não é tarefa tão fácil, mesmo para quem estuda essas relações. Na sociedade atual, esses dois processos estão tão imbricados que muitas vezes parecem ser a mesma coisa. Entretanto, a tecnologia possui particularidades próprias que a caracterizam como um conjunto de conhecimentos, técnicas e práticas, entre outros.

Alguns LD propõem discussões pontuais interessantes sobre algumas tecnologias desenvolvidas dentro das pesquisas com a energia elétrica, discutindo seus processos de criação e suas inter-relações com a ciência e sociedade. Entretanto, **a maioria mantém a tradicional visão neutra, reforçando que a tecnologia é fruto da aplicação da ciência sem receber influências da sociedade, a quem apenas proporciona avanços e benefícios.**

Nesse sentido, a tecnologia também deve ser analisada dentro das relações que estabelece com a ciência e a sociedade. Pensar ela como um mero produto da ciência aplicada retira a sua responsabilidade quanto aos prejuízos que causa na sociedade e não a reconhece como um processo humano historicamente construído. Nesse sentido, quando LD1 aponta o capitalismo como grande promotor de novas tecnologias, e que isso incentivou o desenvolvimento de pesquisas científicas motivadas pelo lucro, fica evidente a inter-relação da tecnologia, com a sociedade e com a ciência. Todavia, o LD1 deveria fazer uma discussão mais crítica, apontando também para as desigualdades produzidas na sociedade, assim como os efeitos no meio ambiente provocados por essa tecnologia.

Com o exemplo da “guerra das correntes”, é possível compreender também como a tecnologia se relacionou com a ciência e a sociedade. Nesse caso, o LD2 traz uma proposta de reflexão mais crítica sobre essas inter-relações, mostrando como **as práticas sociais são articuladas e como a ciência é conduzida para se construir uma tecnologia que convença a população, mesmo que essa tecnologia não seja a ideal.**

Assim, também não é possível entender a **Natureza da Tecnologia** sem considerar as **conexões estabelecidas com a ciência e a sociedade**. Apesar dos LDs, em grande parte, colocarem a tecnologia num patamar menor que a ciência, considerando-a como mera aplicação na sociedade e isenta de valores, isso não se

sustenta dentro da visão CTS aqui discutida, nem quando confrontada com as práticas cotidianas.

No próximo tópico, discutiremos sobre a natureza da sociedade dentro dessa perspectiva relacional com a ciência e tecnologia.

5.1.3 A Natureza da Sociedade

Conforme Tabela 3, o aspecto **Natureza da Sociedade** é o que apresentou menor quantidade de evidências quando comparado aos outros dois aspectos já apresentados anteriormente:

TABELA 3: INDÍCIOS DO ASPECTO NATUREZA DA SOCIEDADE

Livro – Código de Identificação	Número de indícios da Natureza da Sociedade
LD1- Bonjorno et al. (2016)	01
LD2- Barreto Filho e Silva (2016)	04
LD3- Nani et al. (2016)	01
LD4- Martini et al. (2016)	-
LD5- Yamamoto e Fuke (2017)	01
Total	07

FONTE: O autor (2021).

Não foi localizado nenhum indício desse aspecto em LD4. Em LD1, LD2 e LD5, esse aspecto se destaca pelo episódio histórico da “Guerra das Correntes”. O LD3 apresentou um texto discutindo a urbanização, energia e eletricidade num contexto histórico. O LD2 é o livro que apresenta a maior quantidade de evidências.

Na sequência, serão apresentados trechos dos livros que possibilitam o diálogo pretendido:

Sabemos das grandes revoluções tecnológicas ocorridas entre os séculos XIX e XX com o desenvolvimento dos campos da eletricidade e do magnetismo. **As relações sociais, a política, a economia e as artes foram transformadas pela corrente elétrica** que iluminava as noites, movia máquinas, diminuía as distâncias entre as pessoas e **tornava tudo maravilhosamente mais rápido.**

A **necessidade de mudança** era grande, e a busca por soluções **incentivava a pesquisa científica da mesma forma que acirrava as competições entre laboratórios e os pesquisadores.** É o caso da guerra das correntes.

A primeira estação de distribuição de energia elétrica foi criada por Thomas Edison em 1883. Apesar do alto custo, **Edison queria provar que esse serviço era necessário a todos.** (LD1, 2016, p. 178, grifo nosso)

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (lixo eletrônico) são, por definição, produtos que têm componentes elétricos e eletrônicos e que, por razões de obsolescência (perspectiva ou programada) e impossibilidade de conserto, são descartados pelos consumidores.

[...] **O consumidor raramente reflete sobre as consequências do consumo crescente desses produtos, preocupando-se em satisfazer suas necessidades.**

Uma resposta à geração acelerada de lixo eletrônico são as leis, surgidas em países desenvolvidos, que corresponsabilizam os fabricantes pelos produtos após o fim de sua vida útil [...]. O princípio de responsabilidade estendida ao produtor (EPR, na sigla em inglês), que tira do consumidor e do governo o ônus do produto usado, foi recentemente adotado por Argentina, Brasil, Colômbia e Peru, além do Japão e da África do Sul.

É importante salientar que a existência de lei não assegura a gestão eficiente do lixo eletrônico. Embora tenha a legislação mais avançada no mundo, a Europa recolhe apenas cerca de um terço dos eletroeletrônicos.

Os eletroeletrônicos domésticos são uma importante fonte de lixo, e a logística reversa destes não terá sucesso sem a participação da população... O Brasil, de modo geral, não tem uma cultura voltada para a logística reversa, a menos que seja movida por alguma recompensa [...].

A consciência é muito mais impositiva que as leis, e pode transformar uma sociedade [...].

O maior desafio no Brasil parece ser a logística reversa, ainda centrada em subsistência [...]. (AFONSO, 2014 *apud* LD2, 2016, p. 22-23)

O livro LD2 apresenta também o documentário intitulado “Quem matou o carro elétrico” (PAINE, 2006). O documentário conta a história do EV1, um veículo elétrico projetado para substituir os automóveis movidos a combustível fóssil, que seria desenvolvido pela General Motors (GM). A crise ambiental de 1996, que assolou o estado da Califórnia, teve como agravante a qualidade do ar, provocando uma crise de saúde pública. Provocados por essa situação, os legisladores do estado aprovaram uma lei obrigando as montadoras a desenvolverem automóveis com emissão zero de poluentes. A GM já apresentava um modelo promissor que atraiu a atenção da CARB (Comissão de Recursos da Califórnia). As montadoras assumiram a tarefa, mas atuaram paralelamente para que o projeto não obtivesse sucesso junto a outros setores sociais, visando preservar os interesses econômicos. No documentário, encontra-se a seguinte indicação:

Desde 1939, eles acenavam com esse carro elétrico. Havia alguns modelos. Diziam que haveria outro, dentro de alguns anos. Que nunca houve, porque não pretendiam que houvesse. Ganham dinheiro demais com a **estagnação tecnológica do motor de combustão interna**. (PAINE, 2006, grifo nosso).

Além das montadoras, a indústria petrolífera começou a atuar minando o projeto do carro elétrico. Assim, as empresas petrolíferas também pagavam por editoriais em publicações nacionais argumentando que os benefícios ambientais dos EV"s [carros elétricos] eram dúbios (PAINE, 2006).

O carro teste desenvolvido foi ofertado para alguns cidadãos na forma de *leasing* (locação financeira), dessa maneira a montadora não dava a possibilidade de

o usuário ser o dono. O carro apresentava bom desempenho e tecnologia. Mas o primeiro argumento apresentado pelas montadoras foi alegar que a ordem determinada pela legislação era muito rígida, e buscaram, assim, negociar certa flexibilidade. O acordo aconteceu determinando que a produção e comercialização do carro elétrico poderiam ocorrer conforme a demanda. Listas de pedidos foram preenchidas, mas a GM apresentava todos os problemas do carro, tentando convencer o cliente a desistir da compra. Além disso, começou a fazer pressão em vias judiciais e buscar outros aliados poderosos:

As montadoras levaram a briga a um novo nível. Processaram a Comissão de Recursos Aéreos da Califórnia. A GM liderou o processo, logo apoiada pela Chrysler e várias concessionárias. **Enquanto a Califórnia murchava sob a pressão, as montadoras achavam um aliado poderoso: o governo federal.** O governo aliava-se às indústrias automobilística e petrolífera para endossar o novo carro limpo do futuro. Com mais de um bilhão de dólares federais à disposição nos anos seguintes, a campanha por veículos a hidrogênio começou a abalar a Califórnia. (PAINE, 2006, grifo nosso).

Com o argumento de se investir em veículos a hidrogênio (uma tecnologia mais cara e que ainda não foi consolidada), a CARB decide acabar com o projeto do carro elétrico, mesmo com os argumentos contrários e robustos favoráveis a esse projeto.

Destaca-se também que não houve uma propaganda ou campanha de apresentação e esclarecimento sobre a necessidade do carro elétrico à população, que, de acordo com o documentário, não leem sobre impactos ambientais ou instabilidades econômicas criadas pela produção de petróleo, preocupando-se apenas com o custo/benefício dos carros. Essa falta de campanhas de orientação da população, assim como, a omissão dos consumidores americanos ajudou no fracasso do carro elétrico.

A tecnologia das baterias dos carros elétricos também teria sido considerada como um ponto para seu fracasso, mas o documentário indica que essas foram melhoradas obtendo um maior desempenho, entretanto as empresas que desenvolviam essas tecnologias foram compradas pelas montadoras e, mais tarde, foram adquiridas por empresas ligadas ao ramo petrolífero.

A **lucratividade** com a manutenção dos carros à combustão e a falta de incentivos fiscais pesaram na manutenção do projeto do carro elétrico. Assim, a

política federal teve uma parcela de culpa por ser muito influenciada pela indústria automobilística, cuja visão era de que:

se não acabassem com este câncer na Califórnia, ele se alastraria pelo país. Creio que tornou-se estratégia de muitas empresas tornar isso uma polêmica nacional. **Uma vez, até, um congressista proeminente me disse, e não irei citar o nome dele, que podia entender e tolerar o que eu fazia na Califórnia, mas que se eu tentasse alastrar o programa pelo resto do país eu teria de enfrentá-lo.** (PAINE, 2006, grifo nosso).

A proposta de produção desse modelo de carro elétrico permite importantes reflexões sobre como a sociedade atua dentro das perspectivas CTS, que se intenta discutir. Nesse caso, fica bem evidente como os interesses capitalistas exercem poder sobre a sociedade, influenciando a política e a mídia, convencendo a população (ou negligenciando informações) a manter uma tecnologia, mesmo que prejudicial, devido à lucratividade proporcionada.

É importante notar também que, apenas durante o século XX, a população urbana saltou de 220 milhões de pessoas para os 3,4 bilhões estimados atualmente.

O avanço tecnológico simbolizado pelas máquinas a vapor do século XVIII, combinado a descobertas e exploração de suprimentos cada vez maiores de energia, está entre os motores das revoluções industriais ocorridas nessa época da história.

Outros fatores, como a **melhoria da qualidade** de vida nas cidades, avanços da medicina, ampliação de saneamento básico e hábitos de higiene e melhoria dos padrões de alimentação e moradia, acarretaram quedas expressivas nas taxas de mortalidade infantil e aumento da expectativa de vida, contribuindo para a **explosão** demográfica observada nas cidades. **Contudo, uma parte significativa dessa população, atualmente estimada em um bilhão de pessoas, vive em condições precárias, habitando favelas ao redor do globo, e merece o acesso aos benefícios anunciados pela modernidade.** (LD3, 2016, p. 198, grifo nosso)

A disputa entre Tesla-George Westinghouse e Thomas Edison nas duas últimas décadas do século XIX ficou conhecida na história como a Guerra das Correntes. Edison lançou uma grande **campanha publicitária** pela utilização da corrente contínua para distribuição de eletricidade, contrapondo-se à corrente alternada, defendida por Westinghouse e Tesla. As **propagandas** de Edison consistiam na divulgação de notícias com acidentes fatais, visando desestimular o uso da corrente alternada; citava até o fato de que, mesmo sendo contra a pena de morte, Tesla teria participação indireta na primeira morte em cadeira elétrica, por ter sido feita com corrente alternada.

Essa rivalidade, no início, talvez tenha sido alimentada por questões econômicas e até sentimentos pessoais [...].

[...] [Tesla] ganhou muito dinheiro, mas morreu com poucos recursos, sem ver seu sonho de distribuir energia gratuita para todos realizado. (LD5, p. 226, grifo nosso)

A “guerra das correntes” foi um momento da história da ciência e da tecnologia que tem um fundo de influência social muito grande. Sua análise pode contribuir significativamente para o entendimento da natureza da ciência, tecnologia e

sociedade. O LD1 faz um relato muito sintético das relações sociais, fazendo poucas inferências e esse acontecimento. O LD5 possibilita uma análise maior ao indicar a tentativa de Edison de manipular a opinião pública americana, de maneira grotesca, a desacreditar o processo de produção de energia elétrica por meio da corrente alternada, demonstrando seus interesses pessoais e econômicos. O documentário “Mestre dos Raios”, indicado por LD2 na natureza da tecnologia, proporciona um processo de discussão e reflexão social mais amplo desse recorte histórico. Em LD3, encontra-se um momento de reflexão social sobre o processo crescente de urbanização impulsionado pelas revoluções sociais e avanços científicos e tecnológicos.

O LD2 propõe dois debates interessantes que apontam para uma discussão mais sólida dentro da **Natureza da Sociedade**, ao indicar um texto que faz uma crítica das consequências do lixo eletrônico na sociedade e o jogo de interesses de segmentos sociais americanos que atuaram impedindo o desenvolvimento de uma tecnologia mais benéfica para a sociedade. Essas reflexões convergem para aquilo que os autores que analisam a **Natureza da Sociedade** defendem: a **subordinação da ciência e da tecnologia aos interesses e valores do sistema de produção muito evidente em todas as citações** (SANTOS, 2007; MORAIS, 2007; HABERMAS, 2009; BECK, 2010). É notório como o sistema capitalista direciona as práticas científicas e tecnológicas, que em muitas situações não vão ao encontro das reais necessidades da sociedade, promovendo disputas por lucro e riqueza, assim como consequências ambientais.

Deve-se destacar também que uma proposta que leva em consideração a **Natureza da Sociedade** traz os temas sociais para a discussão com todos os envolvidos, permitindo a participação do cidadão comum, que, geralmente, fica alheio a essas discussões. Assim, os livros que proporcionam discussões sobre as intenções existentes nas práticas científicas e tecnológicas ampliam a possibilidade de formação de um indivíduo crítico, como defendem os pressupostos da Educação CTS. Já os livros que se isentam dessas discussões assumem uma postura que valida a neutralidade e o determinismo tecnológico e científico, mantendo o status quo e legitimando o discurso dos segmentos que controlam a sociedade, direcionando-a para seus objetivos.

Tanto a ciência quanto a tecnologia são produtos humanos, formando conjuntos de conhecimentos produzidos historicamente pela humanidade e que

carregam valores e intenções de uma determinada época. Infelizmente, a maioria das propostas de ensino de ciências não consideram esses conhecimentos como produtos sociais.

Essa cultura de neutralidade científica e tecnológica é refletida nas propostas dos LDs analisados, que apresentam os conteúdos sobre energia elétrica como **conhecimentos neutros e produzidos fora dos contextos econômicos, políticos e culturais**.

Assim, também não é possível analisar a **Natureza da Sociedade** sem considerar as inter-relações que ela mantém com a produção científica e tecnológica, visto que os interesses por essas produções partem da sociedade e objetivam transformar, modificar, controlar e influenciar a mesma.

Isto posto, uma sugestão de atividade será apresentada na sequência. Uma vez que a natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade se inter-relacionam e se influenciam. A proposta intenta trabalhar com as três naturezas no quadro (12):

QUADRO 12: ATIVIDADE SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Introdução: A história da ciência proporciona uma visão bem complexa de como os cientistas e técnicos conseguiram elaborar os conhecimentos e os aparatos tecnológicos que se fundamentaram no fenômeno da energia elétrica. Assim, neste momento serão abordados os principais fatos da história da ciência que mostram como esses saberes foram construídos, possibilitando uma compreensão crítica da natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade.

Conteúdo específico: História da energia elétrica

Conteúdo privilegiado: A natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade

Duração: 150 minutos

Objetivos:

- Reconhecer a complexidade histórica na construção dos conhecimentos sobre a energia elétrica;
- Observar como a natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade determina a produção do conhecimento;
- Refletir sobre a complexa relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade estabelecida para a obtenção da energia elétrica pela humanidade;
- Analisar os interesses políticos, sociais e econômicos que permearam as pesquisas sobre energia elétrica.

Problematização inicial:

Para iniciar este momento, é interessante comentar que as pesquisas iniciais dos fenômenos sobre a energia elétrica, bem como o aprimoramento das tecnologias que surgiram neste processo, envolveram muitos pesquisadores e engenheiros. Dessa maneira, os alunos serão questionados da seguinte forma: Quais são os usos que você conhece da energia elétrica? Como seus avós e bisavós tinham acesso à energia elétrica? Você imagina qual foi o primeiro uso dado à energia elétrica?

Organização do conhecimento:

Após a discussão sobre o questionamento inicial, será apresentada aos estudantes uma parte do processo histórico que mostra como os conhecimentos científicos e tecnológicos sobre a energia elétrica foram construídos. Para tanto, serão apresentados *slides* e recortes de vídeo baseados no vídeo “História da Eletricidade: A Era da Invenção”.

Para refletir sobre esse assunto, os estudantes serão instigados sobre a complexidade na elaboração dos conhecimentos sobre a energia elétrica, o envolvimento de muitos cientistas e técnicos nesta elaboração, as influências mútuas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade neste processo, assim como as influências e interesses políticos e econômicos.

Após apresentação dos *slides* e do recorte do vídeo serão feitos os seguintes questionamentos para os estudantes, organizados em grupos:

a) Faraday conseguiu desenvolver o primeiro motor elétrico e foi reconhecido por essa construção. Mas suas ideias foram elaboradas apenas por ele mesmo ou ele buscou conhecimentos em outros pesquisadores? Como sua pesquisa influenciou as tecnologias que conhecemos hoje?

b) Joseph Henry também fazia pesquisas sobre os fenômenos elétricos e magnéticos independentemente de Michael Faraday. Todavia, foram atribuídas a Faraday a “descoberta” desses fenômenos por ele ter publicado seus trabalhos antes. Henry desenvolveu os conhecimentos que possibilitaram a construção do eletroímã. Qual foi a primeira aplicação desse dispositivo tecnológico? Como ele influenciou as atividades sociais da época?

c) O telégrafo foi uma tecnologia muito importante para a comunicação. Mas a comunicação entre os continentes era um desafio muito grande a ser vencido, pela dificuldade de se passar cabos de energia pelo mar. Como foi o processo de construção desses cabos? A pesquisa científica da época conseguia atender a pesquisa tecnológica que se desenvolvia para possibilitar a comunicação entre a Inglaterra e os EUA? O que motivou os engenheiros a desenvolver esse projeto?

d) Como observado, a construção e funcionamento do cabo que cruzava o Oceano Atlântico não foi simples e vários erros de engenharia e equívocos científicos marcaram esse evento. A primeira transmissão entre a rainha da Inglaterra e o presidente dos EUA chegou de maneira confusa e de difícil decifração. Quais foram os problemas científicos e tecnológicos que dificultaram a execução do projeto?

e) O desenvolvimento científico e tecnológico do cabo de comunicação do telégrafo foi utilizado para que a Áustria e a Prússia assinassem um tratado de paz. Podemos considerar isso um efeito da tecnologia, ligada à energia elétrica, sobre a sociedade? Que outros efeitos poderiam ser observados?

f) Até meados do século XIX, os ambientes eram iluminados com luz proveniente da queima de gás. A energia elétrica começou a despertar o interesse mostrando-se uma fonte de luz. Como foi o processo de substituição do gás pela energia elétrica? Podemos entender que o desenvolvimento das pesquisas científicas e tecnológicas em energia elétrica aconteceram por existir essa necessidade de se iluminar praças, casas, locais de trabalho entre outros.?

g) Thomas Edison foi um inventor que tinha muito prestígio na sociedade americana em sua época. A mídia dava muito crédito às suas ideias, as quais também eram muito valorizadas pelo mercado financeiro, tanto que o projeto de suas usinas produtoras de energia elétrica serviu primeiro os moradores próximos de Wall Street, área nobre de Nova York. Por que essas ideias eram tão valorizadas pelo mercado financeiro? Podemos perceber essa influência nas pesquisas em ciência e tecnologia atualmente?

h) Nicola Tesla desenvolveu um processo tecnológico diferente do pensado por Thomas Edson. O projeto de Tesla era mais conveniente e mais barato, entretanto não foi aceito tranquilamente. Quais problemas e contratempos ocorreram, dificultando a aceitação de seu projeto?

Aplicação do conhecimento:

Ao término desta aula, os educandos serão motivados a se pronunciarem sobre este processo histórico de produção dos conhecimentos sobre a energia elétrica, destacando como eles perceberam as relações existentes entre as pesquisas científicas, as tecnologias desenvolvidas e a sociedade discutidas durante esta aula. Para isso, formarão grupos e realizarão a seguinte atividade:

Atividade:

Preencha o quadro apontando como o grupo percebeu as influências mútuas entre as pesquisas científicas sobre a energia elétrica, as tecnologias que se basearam na energia elétrica e os impactos nas relações sociais.

	Influências nas Tecnologias:
--	------------------------------

<p>Pesquisa científica: Michael Faraday observa e deduz o fenômeno da indução eletromagnética, ou seja, a variação de um campo magnético pode produzir energia elétrica.</p>	
	Influências na sociedade:
<p>Tecnologia: O telégrafo desafiou a comunidade de pesquisadores e engenheiros a fazer uma rede que ligasse dois continentes separados pelo oceano.</p>	Influências na pesquisa científica:
	Influências na sociedade:
<p>Sociedade: Os recursos financeiros para quem conseguisse distribuir energia elétrica para a cidade de Nova York eram muito grandes e provocou uma disputa acirrada entre duas grandes empresas.</p>	Influências na pesquisa científica:
	Influências na tecnologia:
<p>Sugestão: Antes de apresentar a atividade e pedir para que os estudantes preencham a tabela, seria interessante que o professor fizesse questionamentos sobre as influências percebidas entre os elementos da tríade CTS, tomando como base os indicativos da primeira coluna, buscando assim, a identificação prévia das possibilidades de influências entre os elementos.</p> <p><u>Recursos Didáticos:</u> * Vídeo “História da Eletricidade: A Era da Invenção” * Slides</p>	

FONTE: O autor (2021).

A investigação sobre a natureza da ciência, tecnologia e sociedade proposta nos LD analisados aponta para muitas concepções que não descrevem e não permitem reflexões amplas com os educandos dentro das perspectivas da Educação CTS. Salvo algumas exceções, a maioria dos textos privilegia a ciência em detrimento das demais, desconsiderando a participação da tecnologia como uma área de conhecimentos próprios reduzida à mera aplicação da ciência, e a sociedade como mera expectadora de um *show* de maravilhas e benefícios.

A proposta de atividade do Quadro 12 tem como foco discutir a participação das três naturezas (ciência, tecnologia e sociedade) como elementos de características próprias e distintas que permitem refletir sobre como essas naturezas se relacionam, se influenciam, se complementam e se desenvolvem. Nessa proposta

de atividade que analisa um recorte do processo histórico das pesquisas com a energia elétrica, é possível compreender que a tríade CTS faz sentido se, e somente se, o estudante compreender como as práticas científicas, tecnológicas e sociais se articularam, promovendo os produtos que eles e a sociedade atual desfrutam hoje ou sofrem com suas consequências.

Após discutir sobre a natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade, na sequência serão discutidas as interações entre os elementos da tríade. Assim, no próximo tópico será refletido sobre as interações entre a ciência e a tecnologia.

5.1.4 Inter-relações entre Ciência e Tecnologia

Neste momento, a discussão será ampliada para as interações entre as práticas científicas e tecnológicas. Apontou-se no item anterior que a discussão de cada elemento da tríade fica mais completa quando considerada a participação dos demais elementos. Nesse sentido, serão abordadas as interações entre a ciência e a tecnologia perceptíveis nos LD com o tema energia elétrica e a sua pertinência para a Educação CTS.

As interações entre ciência e tecnologia foram identificadas em todos os LDs analisados e a Tabela 4 apresenta essas quantidades:

TABELA 4: INDÍCIOS DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Livro – Código de Identificação	Número de indícios das inter-relações entre ciências e tecnologia
LD1- Bonjorno et al. (2016)	51
LD2- Barreto Filho e Silva (2016)	45
LD3- Nani et al. (2016)	46
LD4- Martini et al. (2016)	48
LD5- Yamamoto e Fuke (2017)	42
Total	232

FONTE: O autor (2021).

Estas inter-relações foram as que apresentaram as maiores quantidades observadas nos LD de Física pesquisados entre as categorias que foram propostas na pesquisa. Porém, antes de discorrer sobre elas, dentro da perspectiva apresentada aqui, faz-se necessário discutir sobre como os dados foram constituídos inicialmente dentro das categorias CTS indicadas por Mckavanagh e Maher (1982) apud Santos e Schnetzler (2003, p. 65) no Quadro 11, p. 107.

Como já apresentado, as categorias dos autores intentam apresentar de maneira didática como os elementos da tríade CTS se relacionam e se influenciam. Entretanto, tal apresentação pode levar os leitores a uma compreensão reducionista das relações entre esses elementos, pois **podem induzir ao pensamento de que um elemento influencia o outro sem considerar as interações entre eles e entre o outro elemento da tríade.**

Contudo, essas categorias do Quadro 11 permitem entender como os textos sobre a energia elétrica dos LD foram elaborados nessa perspectiva reducionista, que é o reflexo das concepções sobre a ciência e a tecnologia na sociedade, bem como nos processos da educação científica vigente.

Dessa maneira, ao se analisar a influência da ‘ciência na tecnologia’ como proposto no quadro citado ao considerar os cinco livros didáticos, é possível identificar 175 indícios, ao passo que a influência da ‘tecnologia na ciência’ conta apenas com 57 indícios. Ou seja, de acordo com essas categorias, a ciência influencia mais a tecnologia que o contrário. Mas será que a dinâmica desses processos se comporta dessa maneira?

Para refletir sobre essa pergunta serão apresentados na sequência os trechos destacados dos LDs em que é possível discutir sobre estas inter-relações. Entretanto, esses trechos serão apresentados em duas etapas, separando-os nas duas categorias citadas no parágrafo anterior, visto que a maneira como foram concebidos por seus autores permite enquadrá-los nessas categorias.

A ideia de ciência que influencia a tecnologia foi o item mais encontrado, indicando uma proporção três vezes maior. Os trechos seguintes são exemplos deles:

A **descoberta** e o entendimento de muitos fenômenos elétricos propiciaram o surgimento de importantes **aplicações práticas**, como o telégrafo, o motor elétrico, o telefone e a lâmpada [...]. (LD1, 2016, p. 15, grifo nosso)

Na faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZA) da USP, em Pirassununga, pesquisadores estão desenvolvendo estudos com um equipamento que poderá ajudar na conservação de alimentos. A Pesquisa, conduzida pela engenheira de alimentos Patrícia Goldschmidt Lins, consiste em submeter amostras de carne bovina fresca moída a um campo magnético. (DIAS, 2010 apud LD1, 2016, p. 138)

A utilização das ondas batizadas de hertzianas levou ao surgimento da transmissão de mensagens entre dois pontos sem a utilização de um fio, ou seja, o telégrafo sem fio. (LD2, 2016, p. 16)

A luz produzida pelo vaga-lume é um fenômeno conhecido por bioluminescência e ocorre em virtude de uma reação química...

Durante essa reação, 90% a 96% da energia produzida é convertida em luz, enquanto apenas 4% a 10% da energia é convertida em calor, situação inversa à que ocorre em uma lâmpada incandescente [...]

[...] O que deveria ser estudado com maior profundidade nos vaga-lumes que poderíamos utilizar para **aprimorar nossas tecnologias atuais?** (LD2, 2016, p. 109, grifo nosso)

[...] Esse fenômeno, que recebeu o nome de **indução eletromagnética**, constituiu uma das mais importantes **descobertas** da história da Física. O princípio da indução eletromagnética é a base do funcionamento das turbinas e, portanto, das usinas geradoras de energia elétrica. (LD3, 2016, p. 135, grifo nosso)

Seria difícil imaginar a sociedade atual sem as facilidades proporcionadas por dispositivos como o rádio, a televisão, o telefone e os aparelhos de raio X. O funcionamento de todos esses dispositivos tem relação com as ondas eletromagnéticas, cuja primeira conceituação foi sugerida por Maxwell, com base em suas equações. (LD3, 2016, p. 150, grifo nosso)

Os indícios que apontam para os efeitos da tecnologia sobre a ciência podem ser observados nas citações a seguir:

A **eletricidade como ciência** começou a ser desenvolvida rapidamente a partir da invenção da pilha, em 1800, pelo físico italiano Alessandro Volta (1745-1827). (LD1, 2016, p. 15, grifo nosso)

[...] De qualquer forma, não posso evitar de contar-te algumas observações sobre a maravilhosa garrafa de Musschenbroek.

[...]

Mas aqui temos uma garrafa que ao mesmo tempo contém um 'cheio' de fogo elétrico e um 'vazio' do mesmo fogo, não é possível estabelecer o equilíbrio entre ambas as partes a não ser por uma ligação externa, ainda que, o 'cheio' pressione violentamente para expandir e o vácuo faminto parece ser atraído violentamente de modo a ser preenchido. (LD1, 2016, p. 63)

[...] A bateria de Bagdá, data do século II a.C. e pode ser considerada o primeiro **artefato elétrico**. Especula-se que esse dispositivo, feito de um vaso de argila com uma chapa de cobre em sua base e uma barra de ferro no interior, ao ser completado com alguma solução ácida, tenha funcionado como uma bateria química rudimentar. (LD2, 2016, p.10, grifo nosso)

Foi o físico alemão Wilhelm Conrad Rontgen (1845-1923) quem **descobriu** e batizou os raios X, em 1895. Isso ocorreu quando Rontgen estudava o fenômeno da luminescência produzida por raios catódicos num tubo de Crookes [...]. Esse **aparato** consistia basicamente de um tubo de vidro em cujo interior havia um gás a alta-tensão mantido por placas eletrizadas. [...] Ele percebeu que, além dos raios catódicos, havia a emissão de outra radiação misteriosa que velava a chapa fotográfica. [...]

Ele foi o responsável por conseguir a primeira radiografia, quando sua esposa colocou a mão entre o dispositivo e o papel fotográfico. O resultado revelou a estrutura óssea interna da mão humana, com todas as suas formações ósseas. (LD2, 2016, p. 192, grifo nosso)

O espectrômetro de massa é um **aparelho** usado para medir a massa de partículas como átomos e moléculas [...].

Para isso, deve-se inicialmente carregar eletricamente essas partículas (ionização), antes de serem aceleradas por um campo elétrico para o interior de uma região onde haja um campo magnético. [...]

Esse **processo** permite, por exemplo, separar de um composto isótopo que tenham massas ligeiramente diferentes, ou mesmo identificar a composição de uma amostra. (LD3, 2016, p. 124, grifo nosso)

Acelerador de partículas é um **aparelho** utilizado por cientistas para acelerar partículas, provocando colisões violentas entre elas. Com isso se obtêm novas informações a respeito delas. Um dos **modelos** de aceleradores é constituído por duas câmaras metálicas ocas, com formato de meia-lua [...], submetidas a um poderoso campo magnético produzido por ímãs gigantes, (LD3, 2016, p.125, grifo nosso)

Usando uma balança de torção [...], Coulomb percebeu que, mantendo fixa a distância entre os corpos, a força de interação elétrica entre eles variava quando o valor absoluto das cargas elétricas dos corpos era alterado. Quanto maior o valor absoluto das cargas elétricas dos corpos, maior era a intensidade da força de interação elétrica entre eles. (LD4, 2016, p. 26)

Einstein contava que, quando tinha cinco anos, ganhou uma bússola de presente de seu pai: “Ainda me lembro ou acredito que me lembro que essa experiência causou um profundo efeito sobre mim. Algo de fundamental tinha de estar escondido por trás das coisas”. A bússola de Einstein, como qualquer outra, apontava para o norte, independentemente de onde estivesse, pois o metal da agulha tende a se alinhar com o campo magnético da Terra, que corre na direção norte-sul.

[...]

Dados colhidos por satélites mostram que ilhas de polaridade oposta ao campo magnético terrestre estão crescendo. [...] A suspeita é de que elas sejam as precursoras da próxima inversão. As mudanças de polaridade alteram o campo magnético da Terra e desde 1830 ele se reduziu em 10%. Mas a inversão dos polos magnéticos, ainda segundo a Nasa, não vai acontecer rápido. É um processo que dura centenas ou milhares de anos. (LD4, 2016, p. 160)

No ano de 1820, o físico e químico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) demonstrou que a passagem de corrente elétrica por um fio condutor produzia efeitos magnéticos (que descreveu como “conflito”) em torno dele. [...]

[...]

Vamos analisar agora um condutor circular (espira) [...]. Podemos fazer uma analogia entre os campos magnéticos gerados numa espira e aqueles que estão presentes num ímã [...].

Ao tocar uma campainha ou acionar a trava elétrica de um carro estamos utilizando um solenoide. Mas o que é um solenoide e o que ele tem a ver com o fenômeno descrito por Oersted? (LD5, 2017, p. 181,185,187)

Para **comprovar** a ação da força magnética em um condutor de corrente elétrica submetido a um campo magnético, Peter Barlow (1776-1862) inventou em 1806 um dispositivo que hoje é conhecido como **roda de Barlow**. Esse dispositivo é um tipo de motor elétrico bem elementar, precursor dos motores hoje existentes, constituído essencialmente de um disco metálico que gira em torno do seu eixo devido à ação de uma força magnética. (LD5, 2017, p. 201, grifo nosso)

A ideia de que a ciência é a base do conhecimento e a tecnologia é a aplicação deste é algo muito presente na sociedade. Assim, cultiva-se um entendimento de que é necessário ocorrer a pesquisa científica para, posteriormente, encontrar uma

aplicação na sociedade, desenvolvendo, assim, uma tecnologia. Entretanto, essa relação não se estabelece unicamente dessa maneira.

Primeiramente, torna-se necessário entender como a tecnologia foi se constituindo no decorrer da história. Bazzo, Pereira e Bazzo (2014) pontuam que todo o complexo tecnológico conhecido hoje teve sua origem em artefatos simples, que tinham o intuito de garantir a sobrevivência de nossos ancestrais. Os autores consideram a possibilidade de que a sobrevivência humana, diante das hostilidades do mundo selvagem, tenha sido garantida por suas habilidades tecnológicas. Assim, as atividades tecnológicas indicam o processo evolutivo da humanidade de acordo com os contextos de produção e de uso, onde a habilidade técnica desempenhou importante meio eficiente e suficiente para as necessidades de cada época.

Para Miranda (2002), a partir do século XVII, a tecnologia começa a sofrer e causar intensas transformações políticas, econômicas, filosóficas e sociais. Assim, a ciência moderna que nascia aliava-se à técnica (concepção mais elementar da tecnologia), promovendo a tecnologia à concepção que a conhecemos hoje, subordinada ao modo de produção capitalista.

De acordo com as citações indicadas nos LDs, primeiro seria necessária a produção do conhecimento científico sobre a eletricidade. Este, por sua vez, concebido majoritariamente por “descobertas” de verdades absolutas e acabadas seriam os promotores de inúmeras tecnologias que pareciam, até então, inexistentes. Assim, mesmo apresentando elementos tecnológicos importantes como a garrafa de Leyden, a bateria de Bagdá e a roda de Barlow, os LDs não aprofundam discussões sobre a tecnologia como um campo de conhecimento distinto que contribuiu significativamente com o avanço científico. Tal omissão colabora com a visão instrumentalista da tecnologia, vista apenas como instrumento, aparato ou aparelho de mera aplicação da ciência.

É evidente a relação entre a ciência e a tecnologia, assim como os efeitos que elas produzem no meio social. Ao desenvolver as quatro concepções sobre a **tecnociência**, Dagnino (2014) prioriza o uso desse termo em detrimento dos termos “ciência e tecnologia” ao explicar sobre a neutralidade e o determinismo (Figura 1). O autor busca em Nuñez (2000) a ideia de que, a partir da segunda metade do século XX, essas duas atividades ficam tão indistinguíveis que fica difícil analisá-las separadamente. Concorda-se com Dagnino (2014) e Nuñez (2000) sobre as dificuldades de se traçar fronteiras entre esses campos devido às fortes relações que

eles vêm estabelecendo. Os autores que defendem esse termo pontuam que ele permite entender como as práticas científicas e tecnológicas atuam de acordo com o modo de produção, causando efeitos tanto benéficos como maléficos na sociedade. Entretanto, essa discussão ainda é muito incipiente nos livros didáticos analisados.

As citações evidenciadas nos Livros Didáticos mostram algumas das aplicações que o conhecimento científico proporciona, produzindo uma determinada tecnologia (ou apresenta potencial para produzir determinada tecnologia). Isso deve ser considerado como algo possível e benéfico desde que se entenda o que provoca a pesquisa científica para o desenvolvimento e aplicação tecnológicos. O problema está na visão neutra e determinista que é amplamente difundida na sociedade de que mais pesquisa científica produz mais tecnologias, num sentido linear, apontando apenas para os benefícios. O grande número dessa evidência, apontada nos livros, talvez seja explicado pela forte presença dessa concepção no meio social e nos meios escolares, limitando as concepções ao enfoque instrumental ou artefactual apontado por Osório (2002) e a vertente instrumentalista defendida por Feenberg (2010) e Dagnino (2014). Assim, as discussões sobre a influência da ciência sobre a tecnologia devem ocorrer de modo a ampliar as concepções que possibilitem uma análise mais crítica dessa complexa relação.

Nesse sentido, a tecnologia é uma área de conhecimentos próprios e distintos que sempre fez parte da vida humana. Entretanto, com o desenvolvimento da ciência, ambas se imbricam e se inter-relacionam cada vez mais. Dessa maneira, a tecnologia também se torna importante enquanto ferramenta e área de conhecimento para a ciência. Exemplos disso são os conhecimentos científicos que Tesla desenvolveu com base nas pesquisas tecnológicas que tanto sonhava desenvolver desde criança.

Assim, **ciência e tecnologia** devem ser consideradas como **áreas de conhecimento que caminham juntas**. Não é possível conceber a ideia de que primeiro se desenvolve uma teoria científica para depois se aplicar esses conhecimentos num artefato tecnológico. Tanto um quanto o outro são construídos no mesmo período histórico e se desenvolvem dentro de um tráfego de influências, no qual não é possível desconsiderar o outro elemento, que é o meio social.

Sem as intenções, interesses e necessidades sociais também não é possível discutir as inter-relações entre **ciência e tecnologia**. Na maioria dos LDs, a sociedade se apresenta como elemento neutro que recebe os produtos das tecnologias

construídas com base nos conhecimentos das ciências, desconsiderando o modo de produção capitalista que direcionou as pesquisas científicas e tecnológicas indicadas.

Como sugestão de atividade para se complementar as propostas dos LD, segue uma proposta que possibilita explorar as inter-relações entre ciências e tecnologia no quadro a seguir.

QUADRO 13: ATIVIDADE SOBRE AS INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Introdução: As diversas formas de se produzir a energia elétrica que é consumida pela sociedade, com exceção da energia solar, utilizam-se do mesmo princípio gerador: converter a energia original em energia de movimento, que produzirá a indução eletromagnética. Esse princípio já estudado na aula anterior será melhor discutido neste momento.

Conteúdo específico: Produção de energia elétrica.

Conteúdo privilegiado: Indução eletromagnética

Duração: 150 minutos

Objetivos:

- Observar o processo de indução eletromagnética que ocorre numa usina hidrelétrica;
- Reconhecer que o processo de indução eletromagnética ocorre em outros tipos de usinas e em aparelhos de uso diário;
- Instigar o processo de investigação de fenômenos;

Problematização inicial:

Esta aula se iniciará resgatando os tipos de produção da energia elétrica já estudados e pesquisados pelos educandos, os quais podem ser gerados numa usina hidrelétrica, eólica, termoeletrica, nuclear e solar. Será comentado que, com exceção da energia solar, todas as demais usinas seguem um princípio similar: utilizar energia de movimento para fazer um gerador produzir energia elétrica. Dessa forma, a pergunta a ser feita aos estudantes é: você tem alguma ideia de como a energia elétrica é produzida numa usina hidrelétrica? Podemos produzir energia elétrica num experimento sem ligar este a uma tomada, bateria ou pilha?

Organização do conhecimento:

O próximo momento desta aula acontecerá com vistas à investigação do fenômeno de indução eletromagnética. Para tanto, será dado um roteiro de experimento no qual os alunos produzirão um gerador elétrico caseiro. Por meio deste, será explicada a Lei de Faraday que dá suporte para entender o processo de produção de energia elétrica numa usina hidrelétrica. Inicialmente, serão apresentados os materiais para as equipes e, antes de seguir o proposto no roteiro, os estudantes serão instigados a propor maneiras de se construir um modelo que promova a produção de energia elétrica sem ligação com outras fontes de energia como tomadas, baterias ou pilhas. Após discussões e socializações das propostas dos estudantes, será feita a discussão do roteiro.

Roteiro de Experimento: Produzindo a Indução Eletromagnética

Material

- 1 pedaço de cartolina quadrado (10 cm x 10cm);
- 1 ímã de neodímio cilíndrico;
- 1 lâmpada de led;
- 1 lixa de unha;
- Fita crepe;
- Fio esmaltado n. 30.

Procedimento

- Pegue a cartolina e faça um rolo (cilindro) cujo orifício tenha espaço suficiente para que o ímã possa oscilar dentro dele;

- Coloque um pedaço de fita crepe, fixando o cilindro;

- Pegue o fio esmaltado e dê várias voltas ao redor do cilindro, deixando uma ponta livre até a extremidade do cilindro e a outra dando uma volta por dentro do cilindro, encontrando a primeira ponta;

- Pegue a lixa e lixe as extremidades das duas pontas, tomando o cuidado para que toda a ponta fique sem o esmalte;

- Com o auxílio de outro pedaço de fita crepe, ligue as pontas do fio às pontas do *led*;

- Coloque o ímã dentro do cilindro e faça ele oscilar.

Questões:

a) Como foi possível acender a luz de *led* no experimento?

b) Se o ímã permanecesse parado dentro do tubo, o *led* acenderia?

c) A velocidade da oscilação interfere na luz do *led*?

d) Pela experiência, podemos entender como funciona uma grande usina produtora de energia elétrica?

Em seguida, os estudantes serão levados ao laboratório de informática para explorar o simulador Phet da Universidade do Colorado, no qual será explorado os conceitos de **corrente, tensão, resistência e potência elétrica**. Outro simulador também será explorado, o de consumo de energia elétrica da Copel, o qual simula os gastos dos aparelhos elétricos de acordo com sua potência e tempo de uso.

Observação: Neste momento o professor pode explorar as grandezas elétricas citadas no parágrafo anterior, focando as relações matemáticas que existem entre a corrente elétrica, tensão, resistência e potência elétrica: $U=R.i$, $P=U.i$, $P=R.i^2$, $P=U^2/R$

Em seguida, será trabalhado um texto do livro didático que descreve como ocorre o fenômeno de indução eletromagnética (Anexo 1).

Aplicação do conhecimento:

Ao final desta aula, será proposta uma atividade adaptada do ENEM 2010 em que se pretende construir uma estação para a geração de energia elétrica para abastecer uma pequena cidade. Os estudantes discutirão o melhor tipo de produção de energia para aquela localidade, respeitando as características sociais e econômicas bem como os impactos ambientais para aquela região em grupos.

Atividade:

Em grupo de três a quatro integrantes, leia a questão seguinte:

Questão adaptada ENEM 2010

Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão abastecerá apenas o município apresentado.

Após leitura da questão, discuta com o grupo qual forma de obtenção de energia é a mais indicada para ser implantada nesse município, de modo a causar o menor impacto ambiental?

Observação: Para que a compreensão entre as interações ciência e tecnologia seja mais ampla, torna-se importante que o professor faça uma discussão provocando os estudantes quanto

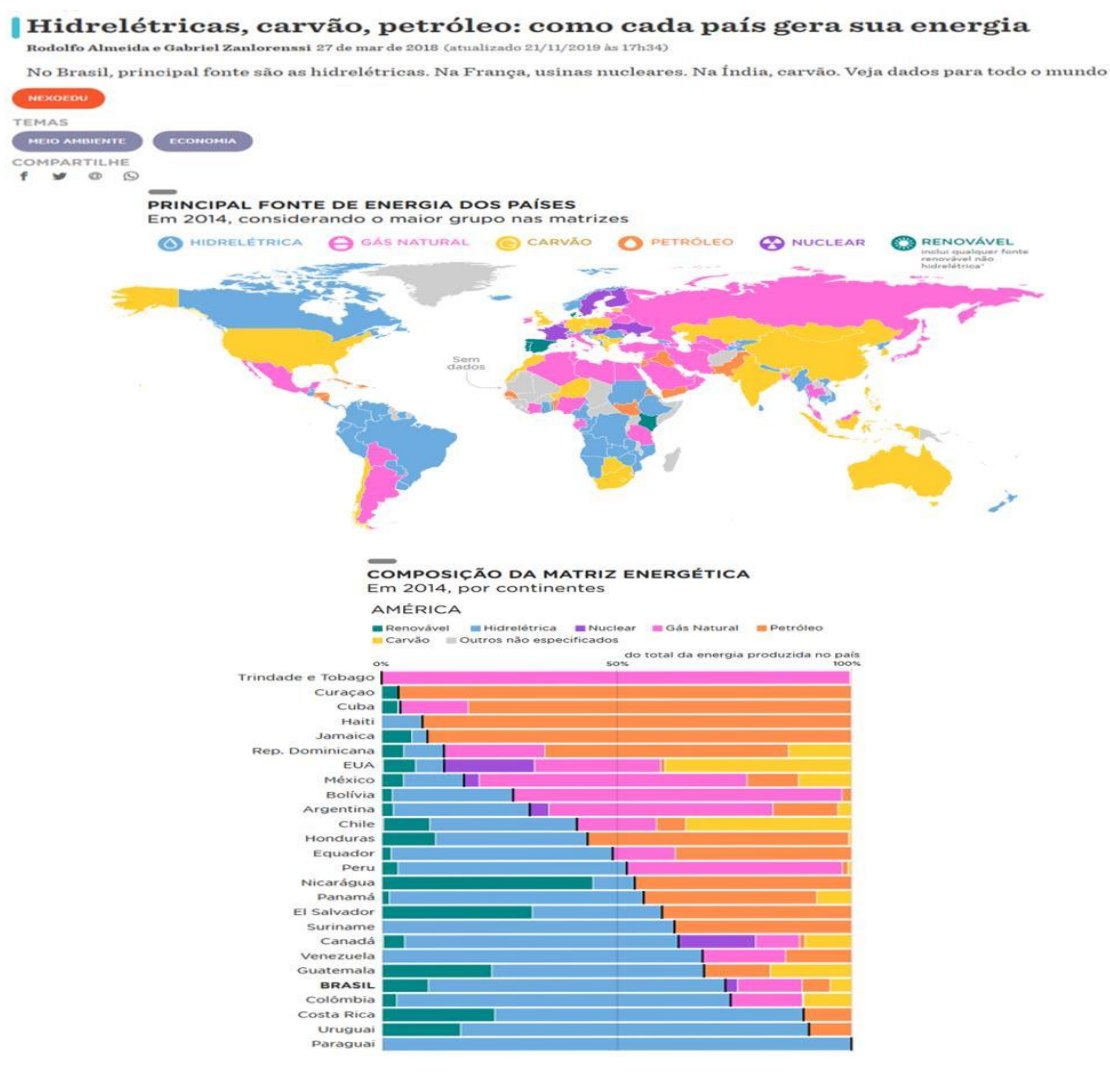
aos interesses sociais que existem (ou já existiram a exemplo do que é discutido na atividade do quadro 12, p. 131) dentro das pesquisas que envolvem a exploração da energia elétrica. Essa ação proporcionará uma articulação maior entre os elementos da tríade possibilitando ao estudante maior compreensão destas interações.

Recursos Didáticos:

- * Infográficos;
- * Computadores e internet;
- * Cartazes.

Anexos:

- 1) Infográfico: Matrizes energéticas de alguns países:



FONTE: O autor (2021).

Nessa atividade, é possível explorar as relações entre a prática científica e tecnológica discutindo sobre como elas podem colaborar uma com a outra buscando o desenvolvimento mútuo. É indispensável, também, discutir sobre a participação da sociedade nesse processo diante das necessidades e interesses que podem suscitar no desenvolvimento das atividades.

No processo investigativo proposto na atividade experimental que envolve a produção de energia, é possível refletir com os educandos sobre quão imbricados são os processos científicos e tecnológicos, visto que, para se deduzir o fenômeno eletromagnético, torna-se necessário o uso de artefatos, instrumentos e técnicas de manipulação. Tal reflexão pode ser ampliada envolvendo reflexões sociais ao se discutir sobre as matrizes energéticas e a produção de energia elétrica em larga escala.

Feitas as discussões sobre as inter-relações entre ciência e tecnologia, propõe-se a discutir no próximo tópico as inter-relações entre ciência e sociedade.

5.1.5 Inter-relações entre Ciência e Sociedade

As interações entre ciência e sociedade foram muito pouco identificadas nas investigações feitas nos LD, de acordo com os dados apresentados na Tabela 5:

TABELA 5: INDÍCIOS DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E SOCIEDADE

Livro – Código de Identificação	Número de indícios das interações entre ciência e sociedade
LD1- Bonjorno et al. (2016)	4
LD2- Barreto Filho e Silva (2016)	11
LD3- Nani et al. (2016)	10
LD4- Martini et al. (2016)	9
LD5- Yamamoto e Fuke (2017)	8
Total	42

FONTE: O autor (2021).

Ao se analisar os textos dos LDs que tratavam sobre os conhecimentos referentes ao tema energia elétrica, torna-se necessário trazer novamente à discussão a proposta do Quadro 11, visto que, mais uma vez, é possível identificar a visão reduzida sobre as interações CTS que se referem às interações entre ciência e sociedade.

Assim, de acordo com as categorias do Quadro 11, p.107, o número de evidências encontradas nos LDs que se referiam aos efeitos da ‘sociedade sobre a ciência’ é de 7 situações, sendo que o LD1 e o LD4 não apresentaram nenhuma evidência. Já as situações nas quais era possível encontrar evidências dos efeitos da ‘ciência sobre a sociedade’ foi de 35.

Nesse sentido, pode-se deduzir que a ciência influencia mais a sociedade do que o contrário? Pelos indicativos apresentados nos LDs, isso parece verdadeiro, contudo se considerar o que já foi discutido até aqui isso não faz muito sentido.

Entretanto, antes de discutir esse questionamento, serão apresentados os trechos dos textos de acordo com a proposta inicial. Dessa maneira, seguem as citações que expressam os efeitos da sociedade sobre a ciência:

Se o **aquecimento global e doenças pulmonares causados por poluição** não forem importantes se tudo isso não contar, vamos nos ver encrencados. E há uma **crise de saúde pública para a qual precisamos de incentivos e de alternativas**.

As empresas automobilísticas experimentaram alternativas, mas nenhuma delas pareceu sair das áreas de testes.

[...]

A Comissão de Recursos da Califórnia ou CARB, como era conhecida, viu no carro elétrico a chance de resolver outro problema. Como a GM já anunciara que produziria o carro elétrico antes mesmo de adotarmos a ordem, a tecnologia do carro elétrico tornou-se algo muito promissor.

Sabendo que um carro elétrico moderno agora era possível, os **legisladores** da Califórnia deram um passo ousado e inédito. Eles aprovaram a Ordem de Veículo com Emissão Zero.

A ordem era simples. Se as montadoras quisessem vender carros na Califórnia, alguns deles deveriam ser carros sem emissão de gases. Eles resolveram ir além "Vamos definir 2% em 1998. Vamos definir 5% em 2001 e 10% em 2003". (PAINE, 2006, grifo nosso).

Com o **sucesso dessas invenções e a disseminação desses confortos propiciados pela tecnologia**, o fornecimento de energia em grande quantidade tornou-se necessário. A primeira usina geradora de energia elétrica de grande porte – a Pearl Street Station, uma termelétrica a carvão, pertencente a Thomas Edison – foi inaugurada às 3 horas da manhã de 4 de setembro de 1882, em Nova York, nos Estados Unidos. Hoje é praticamente impossível pensar em um mundo sem eletricidade. (LD2, 2016, p. 173, grifo nosso)

A crescente demanda mundial por energia, associada à pressão por formas de geração menos degradantes, tem levado os pesquisadores a buscar novas formas de geração menos degradantes, tem levado os **pesquisadores a buscar novas formas de obtenção de energia**. (LD3, 2016, p. 186, grifo nosso)

No último século, o **desenvolvimento industrial gerou a necessidade de se obter campos magnéticos mais intensos, e assim ímãs que pudessem produzir esses campos, e que durassem mais tempo que os naturais**. Assim, na década de 1930, surgiu o alnico – um ímã artificial que é resistente a corrosões, suporta altas temperaturas (até 800K) e tem como componentes o alumínio, o níquel e o cobalto. Depois, foram criados outros tipos de ímãs artificiais: cerâmico (ferrite); samário-cobalto; neodímio-boro etc. (LD5, 2017, p. 177, grifo nosso)

Assim sendo, como ficamos nós, os seres humanos, sujeitos cada vez mais a campos magnéticos produzidos por aparelhos, produtos da crescente tecnologia? **Como é a resposta do ser vivo a campos eletromagnéticos de baixa frequência, como os produzidos por redes de transmissão? O número crescente de publicações a este respeito [...], entretanto, não**

tem ainda respondido a esta questão. O que é aceito pela Ciência é que o papel do meio ambiente na vida na Terra, onde cada organismo está em completa harmonia com este meio, constituindo algo mais que simples equilíbrio ecológico e que é sensível a estímulos muito mais fracos do que aqueles que a Ciência tem esperados [...]. Esta percepção necessita de estudos mais aprofundados para se compreender um pouco mais sobre a vida na Terra. (LD5, 2017, p. 191, grifo nosso)

As evidências que indicam uma análise dos efeitos da “ciência sobre a sociedade” podem ser observadas nos seguintes trechos:

A descoberta e o entendimento de muitos fenômenos elétricos propiciaram o surgimento de importantes aplicações práticas, como o telégrafo, o motor elétrico, o telefone e a lâmpada. **Tudo isso causou grande impacto na sociedade, a ponto de muitos estudiosos considerarem a eletricidade a gênese de uma segunda Revolução Industrial.** A eletricidade modificou o comportamento humano e deu origem à eletrônica no início do século XX. (LD1, 2016, p. 15, grifo nosso)

O local onde moramos pode, muitas vezes, ser um perigo para a ocorrência de choques elétricos. Faça uma pesquisa e descubra os riscos que nós corremos em atividades rotineiras. Apresente, para cada um dos itens, uma solução que pode ser dada para evitar o acidente. Discuta com os colegas. (LD1, 2016, p. 76, grifo nosso)

A pilha de Volta logo se popularizou e os efeitos fisiológicos da corrente elétrica inspiraram a escritora Mary Shelley (1797-1851) **na criação da ficção Frankenstein**, lançada em 1818. (LD2, 2016, p. 14, grifo nosso)

Pesquise sobre a importância da eletricidade para nossos meios de vida, nos dias de hoje.

A eletricidade é tão importante ou mais que outras formas de energia, é a locomotiva de nossa vida moderna. O que não podemos esquecer é das dificuldades, dos custos e dos impactos da sua produção e consumo. Assim, devem ser sempre considerados em nossos estudos, o meio ambiente, as fontes de energia e a preservação. (LD2, 2016, p. 144, grifo nosso)

[...] Ela é maldade em estado puro/ Eu sou o guarda-noturno/ Distraído olhando a Lua/ Ela é um barco sem rumo/ Mas tem resposta pra tudo/ Eletricidade/ Ela se devora/ Eletricidade/ Uma natureza nova/ Eletricidade/ Ela é a cidade/ Ela não demora/ Uma natureza nova [...]. (LD3, 2016, p. 167)

Embora fenômenos elétricos já tivessem sido observados e estudados há muito tempo, pode-se dizer que o uso social da eletricidade ganhou destaque com a invenção do dínamo [...]. (LD3, 2016, p. 62)

O estudo de alguns elementos e conceitos presentes nos circuitos elétricos de diversos equipamentos, que vamos realizar neste capítulo, permitirá que **deixemos a condição de simples usuários. Seremos capazes de analisar as características do equipamento na hora de comprar, saber qual é o mais eficiente, prever possíveis problemas de funcionamento e, assim, escolher conscientemente.** (LD4, 2016, p. 97, grifo nosso)

Você já viu alguém colocar pilhas usadas na geladeira? Você sabe por que as pessoas fazem isso? Porque acreditam que, na geladeira, as pilhas ficam

recarregadas e voltam a funcionar! **Existem outros mitos parecidos que envolvem fenômenos físicos e químicos [e] a cozinha, por ser um laboratório de ciências em pequena escala, é um lugar propício para a proliferação desses mitos.** (LD4, 2016, p. 151, grifo nosso)

Refleta sobre quão extraordinária foi a descoberta da eletricidade e o tanto que pudemos obter com ela, na Física, na Engenharia, na Medicina e em muitas outras áreas. **Apenas imagine (ou recorde!) o transtorno causado por um dia sem energia elétrica.** (LD5, 2017, p. 10, grifo nosso)

Os “anos milagrosos” em que o Eletromagnetismo se desenvolveu estão entre 1820 e 1831, quando se descobriram os fenômenos básicos [...] e foram formuladas as leis que regem o comportamento de condutores em campos magnéticos.

A Física e a Matemática que se produziram a partir daí influenciaram profundamente a história da humanidade: basta verificar a quantidade de aparelhos e instrumentos cujo funcionamento se baseia nesses fenômenos. (LD5, 2017, p. 174, grifo nosso).

Discutir os efeitos da ‘ciência na sociedade’ parece ser algo muito óbvio. A sociedade tem a percepção de que a ciência produz inúmeros efeitos no cotidiano e na relação das pessoas. Entretanto, essa percepção é carregada de equívocos e distorções, e um deles é a falta de reconhecimento de que a ciência também é construída influenciada pela sociedade.

O que parece óbvio ganha contornos de complexidade, visto que essa análise não é tão simples quanto parece e para se compreender como a ‘ciência produz efeitos na sociedade’ deve-se recorrer à sua natureza, relacionando seu processo de construção dentro da sociedade. Entretanto, essa relação deve ser concebida de uma forma bem reflexiva e ampla. Rosenthal (1989) faz importantes apontamentos para a questão dos “aspectos sociais da ciência” ao analisar os currículos e livros didáticos de Biologia americanos entre 1963 e 1983. A autora pontua que existiu na época uma tendência de se incluir e enfatizar questões sociais nos livros didáticos de ciências, todavia essas ações se limitam, em sua maioria, à história da ciência, concentrando-se no método científico e apresentando visões distorcidas sobre a natureza da ciência. Outro ponto apresentado pela autora é a importância dedicada aos aspectos econômicos da ciência direcionada para as organizações e seus produtos para os seres humanos. Esses apontamentos também são perceptíveis nesta pesquisa.

Rosenthal (1989) defende que a discussão dos aspectos sociais da ciência deve ser feita por uma concepção ampla da natureza da ciência incluindo outras áreas de estudo numa perspectiva histórica, filosófica e religiosa, ética, sociológica, econômica, política e estética. Ao se referir sobre cada uma dessas áreas, a autora

destaca tanto a ciência como a tecnologia. Ora, nas citações destacadas nos LDs a presença da tecnologia é evidente, indicando que discutir as interações entre ciência e sociedade também ficam comprometidas quando não consideramos as práticas tecnológicas desenvolvidas concomitantemente. Assim, retorna-se ao ponto importante desta análise que é a separação/articulação entre essas duas áreas, dando origem ao termo **tecnociência**.

Como já discutido, devido à intensa relação entre a ciência e a tecnologia desenvolvida, principalmente, a partir do século XX, alguns autores defendem o uso do termo tecnociência, indicando que as fronteiras entre CT ficam cada vez mais indistinguíveis, fundindo-se num único processo (DAGNINO, 2014; NUÑEZ, 2000; OLIVEIRA, 2003). Na perspectiva desses autores, pode-se entender que a tecnociência explicaria melhor como os centros de poder buscam a hegemonia mundial e disseminam seus interesses. Essa análise permite entender como os livros priorizam apresentar a tecnologia separada da ciência como se elas fossem coisas bem distintas, garantindo a neutralidade da ciência e a aplicabilidade da tecnologia. De acordo com Strieder:

[...] o próprio conceito de tecnologia, e as transformações de sua compreensão que deram origem ao conceito de **tecnociência**, reconhecida por muitos autores como unidade indissociável, não encontra praticamente espaço no campo do ensino de ciências. Dessa forma, **parece indispensável uma atualização das discussões sobre as funções, dinâmicas e espaços sociais da ciência e tecnologia, no contexto de trabalhos mais recentes, de forma a que se construam elementos de referência nesse campo**. (STRIEDER, 2012, p. 73, grifo nosso).

As influências sociais sobre a ciência são muito intensas. Conceber o desenvolvimento das pesquisas científicas longe de interesses sociais, atribuindo-a um carácter neutro e livre de valores leva à formação de visões distorcidas do fazer científico. Gil-Perez (2001) alerta para essa preocupação ao pesquisar tais visões com grupos de professores, apontando para omissões e equívocos muito frequentes, tanto na formação desses como nos livros didáticos utilizados nos meios escolares. Concorda-se com o autor que ao se conceber a ciência como fruto exclusivo da experimentação, sem considerar o papel das teorias existentes, difunde-se uma ideia ingênua que é aceita socialmente, inclusive entre cientistas, professores e alunos. Soma-se a isso a ideia de que os pesquisadores trabalham isolados da sociedade, como uma elite especial e privilegiada cognitivamente por seus rigores metodológicos em que não existe espaço para a imaginação e a criatividade. Uma ciência que

considera apenas o que é aceito hoje, sem levar em conta o processo histórico de construção de conhecimento e a necessária abertura para os debates e discussões dessa ciência em questões sociais defendidos pela educação CTS. **Mantendo-se essas visões, fica evidente que a participação da sociedade na ciência não é levada em conta e isso é refletido na formação dos professores e também na elaboração dos conteúdos nos livros didáticos.**

Entretanto, as citações retiradas dos livros permitem observar que a sociedade sempre influenciou a ciência. É importante notar que, em alguns casos, essas citações são mais contundentes ao mostrar essas influências, enquanto outras se abstêm de abrir um espaço maior para a reflexão. Seja para necessidades ambientais, de saúde pública, econômicas ou de segmentos sociais, as influências sempre existiram. O devido debate público desses efeitos será o promotor de um processo que beneficie o coletivo e não apenas os que já se beneficiam desse anonimato.

Nesse sentido, a ciência partilha com a tecnologia os efeitos na sociedade dentro de uma ampla atuação, como nas citações indicadas. Para que esse aspecto seja mais evidenciado, deve-se ampliar as concepções sobre a natureza da ciência e da tecnologia, entendendo-as como entes separados em sua gênese, mas, também, como uma entidade única que produz efeitos acentuados na sociedade. Entretanto, a sociedade não é uma mera receptora de efeitos da ciência (assim como da tecnologia ou da tecnociência). Os entes sociais se articulam em torno de interesses diversos. Afinal, como as pesquisas científicas e tecnológicas com o telégrafo seriam desenvolvidas se não fossem os interesses comerciais entre os países e o controle das colônias sob domínio inglês? Como a energia elétrica seria distribuída de modo eficiente e em larga escala se não fossem os interesses econômicos, pessoais e disputas entre pesquisadores e técnicos, como os discutidos na “guerra das correntes”?

Como sugestão de atividade que contemple as interações entre ciência e sociedade, segue a proposta contida no quadro a seguir:

QUADRO 14: ATIVIDADE SOBRE AS INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E SOCIEDADE

Introdução: Os aparelhos que utilizam energia elétrica fazem a conversão dessa forma de energia em diversas outras. Entretanto, existem três categorias de aparelhos: os que produzem calor, os que produzem movimento e os que produzem comunicação. Neste momento, serão explorados esses tipos de aparelhos e seus desempenhos utilizando a energia elétrica.

Conteúdo específico: Tipos de aparelhos elétricos

Conteúdo privilegiado: consumo de energia elétrica, potência elétrica e tensão elétrica.

Duração: 250 minutos

Objetivos:

- Reconhecer os diversos tipos de aparelhos elétricos;
- Observar os dados nominais de um aparelho elétrico e seu desempenho;
- Refletir sobre o consumo de energia elétrica nos diversos aparelhos e seu uso

racional.

Problematização inicial:

Neste momento inicial, será comentado o uso dos diversos aparelhos domésticos que utilizam energia elétrica com os educandos. Ao focar o funcionamento do chuveiro elétrico, serão feitos os seguintes questionamentos: Como o chuveiro elétrico aquece a água do banho? Que partes desse aparelho são importantes para que ele desempenhe sua função? Todos os aparelhos elétricos utilizam a energia elétrica da mesma maneira?

Organização do conhecimento:

Feita a problematização inicial, os estudantes receberão o texto “Carta a uma senhora”, de Carlos Drummond de Andrade. O texto apresenta uma diversidade de aparelhos que uma garotinha lista pretendendo presentear sua mãe. Assim, os educandos terão que: a) classificar esses aparelhos de acordo com suas finalidades, **produzir calor, movimento ou comunicação**, construindo uma tabela; b) dentro dessa classificação, eles deverão indicar como elas influenciam as atividades sociais: trabalho, lazer, economia, estudos, política etc; c) reescrever essa carta dentro do contexto atual e de acordo com as necessidades que eles possuem; d) ao compararem o texto original e o texto por eles produzido, os educandos deverão pontuar como as necessidades atuais podem ter contribuído para direcionar a ciência e a tecnologia de lá para cá; e) se posicionar quanto à acessibilidade destes aparelhos para eles e para a sociedade brasileira em geral

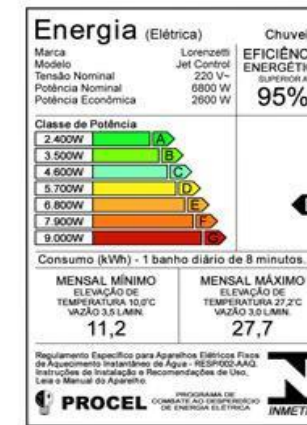
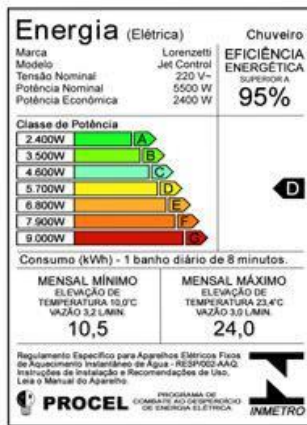
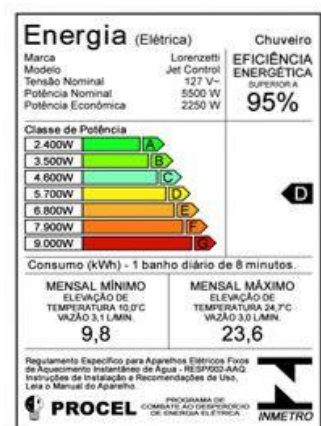
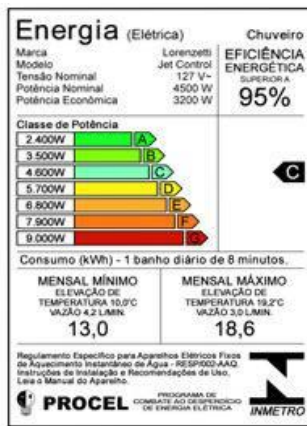
(Anexo 1).

Aplicação do conhecimento:

No fim desta aula, os estudantes receberão imagens com dados nominais de alguns aparelhos elétricos, os quais serão comparados entre si, sendo explorados seus dados e consumo de energia.

Atividade:

Observem as imagens seguintes que trazem dados nominais de alguns aparelhos elétricos:



Após formarem grupos de três a quatro integrantes, discutam sobre as seguintes questões:
a) Qual é a intenção do INMETRO ao determinar essas etiquetas aos aparelhos eletroeletrônicos?

b) Qual é o significado das cores nas setas e a relação delas com os gastos de energia?

c) Quais desses aparelhos são os que consomem mais energia? Por quê? Como podemos minimizar o gasto de energia nesses aparelhos em nosso uso cotidiano?

d) Por que os chuveiros apresentam os dois dados: Potência Nominal e Potência Econômica? O que eles significam?

e) Quais são os critérios que você e sua família utilizam para adquirir um aparelho elétrico? Existe o hábito de pensar sobre o uso e o gasto desnecessário de energia elétrica?

f) Você já havia verificado essas etiquetas do INMETRO antes? Como elas poderão ser úteis para você e para a sociedade?

g) Acesse o site <https://www.linkedin.com/pulse/chuveiro-elétrico-uma-invenção-brasileira-Odair-deters> e faça uma leitura do texto “Chuveiro elétrico, uma invenção brasileira” discutindo com os estudantes os motivos que levaram à invenção desse instrumento, como ele foi modificado até os modelos atuais e como a sociedade e a ciência se relacionaram no contexto brasileiro quando comparado a outros países.

Recursos Didáticos:

- * Texto “Carta a uma senhora”
- * Imagens com dados nominais de aparelhos elétricos
- * Simuladores Phet e Consumo de Energia

Anexos:

1 – Texto: Carta a uma senhora

A garotinha fez esta redação no ginásio:

"Mamy, hoje é dia das Mães e eu desejo-lhe milhões de felicidades e tudo mais que a Sra. sabe. Sendo hoje o dia das Mães, data sublime, conforme a professora explicou, o sacrifício de ser Mãe que a gente não está na idade de entender, mas um dia entenderemos, resolvi lhe oferecer um presente bem bacaninha e fui ver as vitrinas e li as revistas.

Pensei em dar à Sra. o radiofôno Hi-Fi de som estereofônico e caixa acústica de 2 alto-falantes, amplificador e transformador, mas fiquei na dúvida se não era preferível uma tv legal de cinescópio multirreacionário, som frontal, antena telescópica embutida, mas o nosso apartamento é um ovo de tico-tico, talvez a Sra. adorasse o transistor de 3 faixas de ondas e 4 pilhas de lanterna bem simplesinho, levava para a cozinha e se divertia enquanto faz comida. Mas a Sra. se queixa tanto do barulho e dor de cabeça, desisti desse projeto musical, é uma pena, enfim trata-se de um modesto sacrifício de sua filhinha em intenção da melhor Mãe do Brasil.

Falei de cozinha, estive quase te escolhendo o grill automático de 6 utilidades porta de vidro refratário e completo controle visual, só não comprei-o porque diz que esses negócios eletrodomésticos dão prazer uma semana, chateação o resto do mês, depois encosta-se eles no armário da copa. Como a gente não tem armário da copa, me lembrei de dar um, serve de copa, despensa e bar, chapeado de aço tecnicamente subdesenvolvido. Tinha também um conjunto para cozinha de pintura porcelanizada fecho magnético ultra-silencioso puxador de alumínio anodizado, um amoreco. Fiquei na dúvida e depois tem o refrigerador de 17 pés cúbicos integralmente utilizáveis, congelador cabendo um leitão ou peru inteiro, esse eu vi que não cabe lá em casa, sai dessa!

Me virei para a máquina de lavar roupa sistema de tambor rotativo, mas a Sra. podia ficar ofendida deu querer acabar com a sua roupa lavada no tanque, alvinha que nem pomba branca, Mamy esfrega e bate com tanto capricho enquanto eu estou no cinema ou tomo sorvete com a turma. Quase entrei na loja para comprar o aparelho de ar condicionado de 3 capacidades, nosso apartamentinho de fundo embaixo do terraço é um forno, mas a Sra. vive espirrando, o melhor é não inventar moda.

Mamy, o braço dói de escrever e tinha um liquidificador de 3 velocidades, sempre quis que a Sra. não tomasse trabalho de espremer a laranja, a máquina de tricô faz 500 pontos, a Sra. sozinha faz muito mais. Um secador de cabelo para Mamy! gritei, com capacete plástico, mas passei adiante, a Sra. não é desses luxos, e a poltrona anatômica me tentou, é um estouro, mas eu sabia que minha Mãezinha nunca tem tempo de sentar.

Mais o quê? Ah sim, o colar de pérolas acetinadas, caixa de talco de plástico perolado, par de meias, etc. Acabei achando tudo meio chato, tanta coisa para uma garotinha só comprar e uma pessoa só usar, mesmo sendo a Mãe mais bonita e merecedora do Universo. E depois, Mamy, eu não tinha nem 20 cruzeiros, eu pensava na véspera deste Dia a gente recebesse, não sei como, uma carteira cheia de notas amarelas, não recebi nada e te ofereço este beijo bem beijado e carinhoso de tua filhinha Isabel".

FONTE: O autor (2021).

A proposta de atividades visa debater como a ciência e a sociedade se relacionam mutuamente ao se discutir sobre os mecanismos de funcionamento de diversas tecnologias que são utilizadas e funcionam com a energia elétrica. Fica bem evidente que a discussão sobre as interações entre ciência e sociedade necessita também das contribuições acerca dos conhecimentos sobre as tecnologias para um debate completo.

Discutidas as interações entre ciência e sociedade, no próximo tópico será feita a reflexão sobre as interações entre tecnologia e sociedade.

5.1.6 Inter-relações entre Tecnologia e Sociedade

A quantidade de evidências observadas na investigação dos LD que apontam para interações entre tecnologia e sociedade está exposta na Tabela 6.

TABELA 6: INDÍCIOS DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Livro – Código de Identificação	Número de indícios das interações entre tecnologia e sociedade
LD1- Bonjorno et al. (2016)	23
LD2- Barreto Filho e Silva (2016)	34
LD3- Nani et al. (2016)	62
LD4- Martini et al. (2016)	14
LD5- Yamamoto e Fuke (2017)	28
Total	161

FONTE: O autor (2021).

Ao se comparar as quantidades indicadas das interações ‘tecnologia e sociedade’ com as interações ‘ciência e sociedade’, é possível notar que os LD consideram que a tecnologia tem uma interação quase quatro vezes maior com a sociedade do que a ciência.

Considerando novamente os aspectos definidos no Quadro 11, p. 107, é possível observar que os efeitos da ‘tecnologia sobre a sociedade’ foram encontrados em 129 indícios. Já os efeitos da ‘sociedade sobre a tecnologia’ foram identificados

em apenas 32 ocorrências. De acordo com esses dados, é possível perceber que nos textos analisados a tecnologia exerce maior influência sobre a sociedade que o contrário. Entretanto, mais uma vez, torna-se necessário discutir esses dados, buscando desmistificar essas posições frequentes na maioria desses livros.

Os trechos na sequência indicam como os LDs apresentam os efeitos da tecnologia na sociedade:

A descoberta e o entendimento de muitos fenômenos elétricos propiciaram o surgimento de importantes aplicações práticas, como o telégrafo, o motor elétrico, o telefone e a lâmpada. **Tudo isso causou grande impacto na sociedade**, a ponto de muitos estudiosos considerarem a eletricidade a gênese de uma segunda Revolução Industrial. A eletricidade modificou o comportamento humano e deu origem à eletrônica no início do século XX. (LD1, 2016, p. 15, grifo nosso)

O grande truque (2006), de Christopher Nolan – adaptação do livro de mesmo nome, de Christopher Priest (1995) – não é daqueles filmes que mudam a vida das pessoas, mas tem algo de especial, um **diálogo interessante entre a tecnologia por trás de um show de magia e a ciência em si**.

Dois mágicos rivais, outrora companheiros, disputam quem executa o melhor e mais complexo truque. Um deles com a ajuda de um exímio engenheiro, que desenvolve equipamentos que criam as ilusões para a plateia. Em busca do “grande truque”, um deles busca a ajuda de Nicola Tesla (1856-1943), cientista austríaco que obteve nacionalidade estadunidense. E é nesse ponto que o roteiro ficcional e a realidade se misturam.

[...] Tesla costumava apresentar suas inovações tecnológicas para o grande público de forma artística, quase como um mágico [...]. (LD1, 2016, p. 45, grifo nosso)

As lâmpadas fluorescentes duram mais e gastam menos energia. **Embora muito econômicas, as lâmpadas fluorescentes, chamadas frias, são muito nocivas ao meio ambiente quando descartadas de forma inadequada**. (LD1, 2016, p. 92, grifo nosso)

O lixo eletroeletrônico é mais um desafio que se soma aos problemas ambientais da atualidade. O consumidor raramente reflete sobre as consequências do consumo crescente desses produtos, preocupando-se em satisfazer suas necessidades [...]. (AFONSO, 2014 apud LD2, 2016, p. 22, grifo nosso)

Dezenas de aves como tuiuiús e anhumas são eletrocutadas ao buscar alimentos nas lagoas do Pantanal em Cáceres. Os pássaros de grande porte tocam na rede de alta-tensão, neste caso, de 34500 volts. Essa tragédia vem ocorrendo num trecho da estrada vicinal que liga a BR 070 próximo ao Posto do Grupo Especial de Fronteira que vai até Fazenda Uberaba na divisa com a república da Bolívia [...]. (ARRUDA, 2014 apud LD2, 2016, p. 91)

O Selo Procel de Economia de Energia tem como objetivo principal identificar os equipamentos e eletrodomésticos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética em uma dada categoria, motivando o consumidor a adquirir e utilizar esses produtos. Dessa forma, contribui para a redução do consumo de energia elétrica e atuar como um indutor para o aprimoramento tecnológico [...]. (LD2, 2016, p. 136, grifo nosso)

A tecnologia resultante desse conhecimento [eletricidade] espalha-se por quase todas as partes do mundo e podemos dizer que a **sociedade atual é muito dependente da utilização da eletricidade**. [...] **Esse conforto tem um alto custo não apenas financeiro. A população mundial vive imersa em uma rede de fios e cabos elétricos que envolvem as cidades.** [...]

Alto risco. Ligações clandestinas (os chamados “gatos”) na rede elétrica no Rio de Janeiro (RJ), em 2013, revelam os efeitos da exclusão econômica em que vive parte da população e o difícil acesso aos benefícios da vida moderna. Essas ligações clandestinas podem causar graves acidentes. (LD3, 2016, p. 54, grifo nosso)

O Brasil reúne condições para a exploração de fontes renováveis de energia em diversas modalidades, como hidrelétrica, eólica e energia de marés, de biomassa (bagaço de cana, por exemplo) e de biocombustíveis (entre eles, o gás obtido em biodigestores e o biodiesel). Por isso, é apontado como país de vanguarda na questão energética mundial. O nordeste brasileiro apresenta condições privilegiadas para a utilização da energia solar.

Por serem renováveis e menos poluentes, essas fontes de energia são chamadas de “verdes”. O Brasil é, portanto, um país com grande potencial para ser sempre “verde” no que se refere à questão energética.

1. Quais as atitudes “verdes” que você toma no seu dia a dia com relação ao consumo de energia? (LD3, 2016, p. 185, grifo nosso)

A produção e o consumo mundial de energia, nas suas mais diversas formas, são problemas que preocupam todas as nações, pois ocorrem de maneira desigual pelo planeta.

Projeções recentes anunciam uma situação alarmante até 2030: crescimento de 45% na demanda mundial por energia [concentrando-se] na utilização de combustíveis fósseis, altamente poluentes. Em especial o carvão.

Contudo, manifestações atuais de escassez anunciam que o cenário negativo [já estão promovendo] interrupções no fornecimento de energia elétrica em várias partes do planeta, como nos Estados Unidos e Brasil [...]

Para reverter essas tendências e minimizar os efeitos negativos da escassez, iniciativas e propostas de mudança de mentalidade têm se apresentado como soluções viáveis [como]: **incrementos tecnológicos que visem o aumento da eficiência energética de equipamentos e processos de geração de energia; reforço de hábitos individuais de economia de energia; incentivo ao consumo consciente e sustentável, que contribua para a redução de lixo e demande menor uso de energia; busca por fontes de energia renováveis.** (LD3, 2016, p. 190, grifo nosso)

Em relação ao consumo energético, observa-se que o setor industrial brasileiro consome 46,7% do total.

Considerando apenas o setor residencial, percebemos que a composição do consumo elétrico se equilibra sobre uma gangorra, que tem, em uma das pontas, a refrigeração e, na outra, o aquecimento de água [...]

[Assim, destaca-se] **as políticas de conservação e de geração de energia elétrica, especialmente nos períodos em que a economia do país entra em crescimento acelerado. Afinal, sem eletricidade não há como produzir, plantar vender, consumir e viver confortavelmente em larga escala.** (LD4, 2016, p. 96, grifo nosso)

Sistemas fotovoltaicos ainda são muito caros em relação a outras formas de geração de energia elétrica, mas há várias pesquisas que visam barateá-los e possibilitar que concorram com as usinas hidrelétricas, térmicas e nucleares.

Células fotovoltaicas podem garantir eletricidade em diversas situações, por exemplo, aos astronautas na Estação Espacial Internacional, a comunidades que vivem em locais isolados sem luz elétrica, a edifícios “inteligentes” etc. (LD4, 2016, p.137)

Para gerar energia elétrica, é preciso girar uma bobina imersa em um campo magnético. Essa foi uma das principais descobertas da Física do século XX. **Sabemos que a aplicação desse princípio mudou radicalmente o modo de vida das populações a partir do início do século XX, decorrendo dessas transformações profundas implicações econômicas, políticas e sociais.** (LD4, 2016, p. 213, grifo nosso)

[...] É muito mais fácil listar as inúmeras aplicações e os benefícios que ela traz do que propriamente defini-la. **É difícil imaginar a nossa sociedade tecnológica, hoje sem a eletricidade.**

[...] Deveríamos retroceder na história até o período em que as residências, o comércio e a indústria começaram a ser alimentados pelas redes elétricas – isso se deu na segunda metade do século XIX – e considerar que todos os dispositivos e sistemas que dependem da eletricidade para funcionar não chegariam a existir. **Com essa supressão, nossa sociedade nada teria de tecnológica nos dias atuais!**

Perceba que convivemos com a tecnologia da eletricidade há cerca de 150 anos. Isso é bem pouco se compararmos com o tempo em que convivemos com a tecnologia que adveio do conhecimento acumulado da Mecânica ou da Termodinâmica.

[...]

Refleta quão extraordinária foi a descoberta da eletricidade e o tanto que pudemos obter com ela, na Física, na Engenharia, na Medicina e em muitas outras áreas. Apenas imagine (ou recorde) o transtorno causado por um dia sem energia elétrica. (LD5, 2017, p. 10, grifo nosso)

Em 2013, iniciou-se a construção da usina de Belo Monte, no Pará, alvo de grandes polêmicas entre grupos contra a sua construção e grupos a favor. **De um lado, a preocupação com os impactos ambientais e consequências para as comunidades indígenas locais e, de outro, o potencial econômico e energético que a usina pode representar para o Brasil.** (LD5, 2017, p. 164, grifo nosso)

Os “anos milagrosos” em que o Eletromagnetismo se desenvolveu estão entre 1820 e 1831 [...].

A Física e a Matemática que se produziram a partir daí influenciaram profundamente a história da humanidade: basta verificar a quantidade de aparelhos e instrumentos cujo funcionamento se baseia nesses fenômenos.

[...] Graças a isso, foi possível construir os geradores eletromecânicos, que oferecem tensões e correntes muito maiores que as pilhas químicas; **se quiséssemos avaliar a importância do Eletromagnetismo com apenas essa inovação, já estaríamos convencidos de que se tratou de um avanço formidável no sistema produtivo.** (LD5, 2017, p. 174, grifo nosso)

Pelas descrições apresentadas, pode-se perceber quão importantes são os efeitos que as tecnologias desenvolvidas nos princípios da eletricidade e da energia elétrica proporcionaram, e ainda o fazem, na sociedade. Os efeitos tecnológicos podem ser notados em diversos campos da sociedade tais como iluminação, eletroeletrônicos, indústria, comércio entre outros. Alguns aspectos negativos são evidenciados, como os impactos ao meio ambiente, o racionamento de energia e a

exclusão social, porém, se comparados com os benefícios, aparecem em menor quantidade nos levantamentos feitos.

A supervalorização da tecnologia na sociedade também pode ser reconhecida de maneira similar à importância da ciência para a tecnologia analisadas no aspecto anterior. Percebe-se que a visão linear em que DC influencia DT, que influencia DE e que, por sua vez, determina DS, está muito presente em várias citações, principalmente em LD1, LD4 e LD5. Ao indicar que os avanços das tecnologias proporcionaram o desenvolvimento econômico e social de maneira linear, mantém-se a visão determinista. Assim, na visão de Stephen Marglin (1974, apud DAGNINO, 2008a), as mudanças tecnológicas que ocorreram no século XVIII foram orientadas pela necessidade de adequação técnica da forma de organização de produção capitalista que tinha como objetivo hierarquizar e segmentar o processo de produção, garantindo o controle sobre esse processo e buscando seu principal objetivo: o lucro. **Assim, novos métodos e máquinas foram introduzidos, não pela sua eficiência tecnológica, mas sim para garantir o controle e o acúmulo de capital.**

Chama a atenção novamente a pretensa intenção de *considerar a época atual como mais tecnológica que outras passadas*, deslocando a tecnologia de sua relação temporal como se um artefato, técnica ou cultura fosse menos tecnológico pela comparação simplista e ahistórica com a atualidade.

Um outro ponto que merece cuidado no processo de se trazer entendimento sobre a tecnologia num contexto social e educativo é a utilização de filmes. Estes devem ser analisados e pensados sob a perspectiva crítica de se refletir e discutir os elementos apresentados, buscando esclarecer os possíveis fatos científicos e tecnológicos retratados. Neste sentido, concorda-se com Zanetic (2006) ao propor uma crítica à separação entre a racionalidade científica e a imaginação poética. Zanetic (2006) destaca que o **ensino da Física não pode prescindir da História, da Filosofia e da Cultura em suas diversas vertentes, como literatura, letras de música, cinema, teatro etc.** Assim, esse autor evoca Bachelard, destacando que a atividade intelectual é formada por dois polos, sendo um formado pela razão, na qual participam a descoberta científica e a formação de conceitos, e o outro formado pela imaginação de orientação onírica, formada pelo devaneio e as imagens. Zanetic (2006) também pontua, ainda em Bachelard, sobre crenças, preconceitos e barreiras construídos socialmente, que dificultam a elaboração do conhecimento científico, constituindo-se em obstáculos epistemológicos assim esclarecidos em suas palavras:

o fato de oferecer uma satisfação imediata à curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade, **em vez de benefício pode ser um obstáculo para a cultura científica**. Substitui-se o conhecimento pela admiração, as ideias pelas imagens (BACHELARD, 1996, p. 36, grifo nosso).

Zanetic (2006) inclui a ficção científica como elemento que pode contribuir no fortalecimento desses obstáculos, caso ela seja trabalhada de modo superficial. Nesse sentido, a compreensão sobre a tecnologia e seus efeitos na sociedade também podem ser distorcidos caso não se atenha a essas questões.

Algumas citações, como em LD2 e LD3, possibilitam discussões mais amplas, que permitem verificar como a tecnologia influencia positivamente, assim como traz prejuízos e produz mazelas sociais identificados pelos impactos ambientais produzidos pelo lixo eletrônico, o uso irracional da energia e o consumismo sem critérios. Também traz a responsabilidade sobre a importância da participação política do cidadão, buscando dialogar com as instituições representativas na sociedade, alertando para os males produzidos e na construção de políticas públicas que atendam corretamente as demandas existentes.

Apesar de serem encontradas em quantidade inferior nesta categoria, as citações que indicam efeitos da sociedade na tecnologia podem ser analisadas a seguir:

Com o tempo, muitos tratamentos foram descartados pela comprovada ineficácia, ao passo que outros permaneceram e foram aperfeiçoados. O ressuscitador cardiopulmonar (desfibrilador), por exemplo, destinado ao socorro de vítimas da parada cardiorrespiratórias, tem seu princípio de funcionamento baseado no armazenamento de cargas elétricas. (LD1, 2016, p. 14, grifo nosso)

No Brasil, desde o ano 2000 há uma resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente sobre o descarte desses materiais, responsabilizando o fabricante pelo destino correto de pilhas e baterias. **Ao consumidor cabe a consciência de que o descarte deve ser feito em locais que aceitam esses materiais – em muitos casos pode ser feito no próprio local onde material foi comprado.** (LD1, 2016, p. 107, grifo nosso)

A geração de eletricidade no Brasil é feita, predominantemente, por meio das hidroelétricas, embora, nos últimos anos, tenha se verificado aumento no uso das usinas termelétricas. **Essa estratégia é utilizada, com maior ou menor frequência, quando a geração de energia elétrica sofre algum risco de se tornar insuficiente para atender o consumo.** (LD2, 2016, p. 133, grifo nosso)

Diversas pesquisas científicas investigam a influência da radiação eletromagnética de antenas de celular no organismo humano, principalmente na relação dela com o aparecimento de câncer. Uma dessas pesquisas está em curso no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte. [...] Ao todo, foram [analisados] 4924 óbitos no período entre 1996 e 2006 pelos tipos de câncer relacionados, como próstata, mama, pulmão, rins e fígado. [...] ao

cruzar dados [a pesquisa] constatou que mais de 80% das pessoas que morreram moravam a cerca de 500 metros de distância desses pontos. [...] o nível de radiação desses locais ultrapassa os padrões adotados pela legislação federal, em maio de 2009, de 300GHz. (LD2, 2016, p. 196, grifo nosso)

Até 2019, quando a usina deverá estar totalmente concluída, Belo Monte terá uma capacidade instalada de 11233 MW, e uma geração efetiva de 4571 MW médios, pois irá gerar a plena carga no período da seca, já que **seu reservatório foi reduzido no projeto final da usina para reduzir o impacto ambiental do projeto anterior e assegurar que não seria inundada nenhuma terra indígena.** (LD3, 2016, p. 181, grifo nosso)

O Brasil pretende desenvolver e explorar a tecnologia que lhe possibilite dominar todo o ciclo de produção do combustível nuclear utilizado nas usinas para produzir eletricidade. Isso lhe permitiria também desenvolver submarinos nucleares, que podem fazer longas viagens com economia de combustíveis. **Organismos internacionais e países que se opõem a isso afirmam que o domínio dessas técnicas proporciona a construção de bombas atômicas.**

1. Em sua opinião, o Brasil deve investir no desenvolvimento dessas técnicas? Justifique sua escolha com argumentos. (LD3, 2016, p. 183, grifo nosso)

Nos últimos anos, a população brasileira vem se adaptando à padronização das tomadas e plugues dos eletroeletrônicos (antes o consumidor convivia com mais de 12 tipos de plugues e tomadas). **A padronização é um fator importante para o desenvolvimento científico e tecnológico e, neste caso, também é um fator de segurança, isso porque passou a ser obrigatória a presença do pino do fio terra no plugue.** (LD5, 2017, p. 60, grifo nosso)

Em 2001, uma crise de fornecimento e distribuição de energia elétrica ocorreu no Brasil. [...]

Inicialmente, esse problema poderia gerar racionamento de energia por todo o país; [...] **Para evitar essas medidas, diversas campanhas foram implementadas no país, entre elas a de aumentar o fator de potência dos equipamentos industriais.**

O fator de potência de um equipamento é um valor de 0 a 1 [...]. Esse valor representa o rendimento do equipamento, ou seja, o que se pediu às indústrias foi que aumentassem a eficiência de suas máquinas.

Para isso, as indústrias instalaram capacitores em paralelo aos circuitos dos equipamentos. Ao receber a carga fornecida pela fonte, o circuito utiliza a carga necessária, e o restante (o que seria perdido, pelo efeito joule, por exemplo) é acumulado no capacitor que devolve ao circuito quando esse está carregado, aumentando o rendimento da máquina.

A medida funcionou tão bem que em 9 de setembro de 2010, a ANELL (Agência Nacional de Energia Elétrica) criou o artigo 95 da resolução 414, exigindo fator de, no mínimo, 0,92 para as unidades que forem supridas com mais de 1000V [...]. (LD5, 2017, p. 171, grifo nosso)

Algumas evidências apresentadas nos livros indicam situações nas quais a sociedade pode influenciar as tecnologias, porém tais evidências aparecem em número reduzido. A maioria delas se refere ao meio ambiente como **o locus de provocação**, que indica **uma ação produzindo uma reflexão, um debate**, um posicionamento que **mobiliza tomadas de decisões** que provoquem mudanças em

uma determinada tecnologia, ou posturas e condutas de uso e de concepção sobre essas tecnologias no âmbito social. Entretanto, devido a pouca incidência destes posicionamentos, os textos mantêm uma postura muito conservadora do status de neutralidade tecnológica.

Reconhecendo a devida importância dos exemplos citados acima, entre outros encontrados nos livros analisados, não é possível ficar alheio à ideia de que a sociedade é encarada como **um agente passivo** em sua relação com a tecnologia, sobretudo pela pouca quantidade de evidências encontradas. Ao se comparar os efeitos da tecnologia na sociedade, percebe-se um número maior de evidências. Assim, persiste-se na pergunta: **Esse processo é uma via de mão única?**

Para responder essa pergunta, recorremos a Thomas (2010), o qual defende que, **por mais desumano que pareça, todas as tecnologias são humanas, todas são construções sociais**. Isso quer dizer que a tecnologia é um produto social que tem uma intencionalidade, um valor. Devido à falta de reflexão sobre isso, a maioria das pessoas não percebe os interesses sociais que existem por trás das tecnologias que utiliza e, dessa maneira, prevalece a concepção determinista de que a tecnologia é independente e avança, modificando a vida das pessoas e o planeta, independentemente da vontade dos cidadãos.

Ainda em Thomas (2010, p. 36), pode-se ampliar o conceito de tecnologia reconhecendo sua natureza humana e protagonismo social, ao entender que:

Não se trata apenas de considerar tecnologias como produtos ou processos de produção. Recentemente, há menos de vinte anos, percebemos que as formas de organização – social e produtiva – também são tecnologias. Daqueles que atribuem um pedido a um conjunto de operações de produção, ações de guerra ou sistemas de evacuação de um estádio àqueles que adquirem formatos normativos, como sistemas legais ou regulamentos comerciais. Nesse nível organizacional, a legislação não é diferente de outros artefatos tecnológicos.

Praticamente ao mesmo tempo, começamos a perceber outra das características básicas das tecnologias que usamos: sua interconexão, sua interdependência. De sistemas de produção, distribuição e suprimento a poços de petróleo, guerras no Oriente Médio ou fenômenos de mudanças climáticas. As ramificações são múltiplas: minas de cobre, fibra ótica, sistemas de controle computadorizados, treinamento de recursos humanos, satélites, regulamentos de serviços de eletricidade, políticas de privatização, estratégias de desenvolvimento industrial, políticas de ajuste, empresas, investimentos, ideologias. Assim, a dimensão tecnológica atravessa a existência humana. [...]

[...] **Nossas sociedades são tecnológicas, assim como nossas tecnologias são sociais. Nós somos seres sociotécnicos** (THOMAS, 2010, p. 36, grifo nosso).

Nesse sentido, é possível perceber que todas as tecnologias são produtos humanos e se relacionam com estes quer para seu bem quer para seu mal. Todavia, cabe refletir de maneira intensa como a sociedade pode relacionar-se da melhor maneira possível com essas tecnologias, garantindo seu desenvolvimento e bem-estar, respeitando os direitos coletivos e individuais e os cuidados com o meio ambiente. Nesse sentido, busca-se em Feenberg (2010) e Dagnino (2014) as concepções existentes na sociedade sobre a tecnologia já discutidas anteriormente: instrumentalista, determinista, substancialista, crítica/sociotécnica.

Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016) discutem essas concepções ao analisá-las com estudantes do Ensino Médio de uma escola pública da região metropolitana de Curitiba. Entre as ideias apresentadas, os autores observam uma variação de concepções que vão de ingênuas a críticas, indicando que a caminhada para a reflexão crítica requer tempo e a devida discussão da conjuntura social que está em vigor.

Pelo exposto nessas investigações, essa reflexão crítica que os autores indicam também precisa ser ampliada e difundida na produção dos textos que compõem os LD de Física. Essas ações podem contribuir significativamente para o processo de educação científica dos envolvidos na percepção de como a sociedade participa influenciando as pesquisas científicas e tecnológicas.

Também nessa discussão entre tecnologia e sociedade, não é conveniente desconsiderar o papel da ciência. Ora, todas as citações indicadas nos LDs expressam o **fazer científico direta ou indiretamente permeando as relações entre tecnologia e sociedade**. Isso também fortalece a visão de que as discussões dos elementos da tríade de maneira separada não fazem muito sentido nem contribuem para uma discussão mais ampla sobre as relações CTS.

Assim, duas sugestões de atividades que contribuam para discutir as interações entre a tecnologia e a sociedade são apresentadas no Quadro 15.

QUADRO 15: ATIVIDADE SOBRE AS INTER-RELAÇÕES ENTRE TECNOLOGIA E SOCIEDADE
FONTE: O autor (2021).

Atividade: Processos de Transmissão e Distribuição de energia elétrica

Introdução: O sonho de distribuir energia elétrica para Nova York vira realidade e se difunde em todo o mundo. Entre os vários pesquisadores e inventores, destaca-se Nicola Tesla no fim do século XIX. O processo de distribuição da energia elétrica conta com uma ampla estrutura que dá condições para que essa energia saia do seu local de produção e chegue até as nossas casas. Nesta

aula, os estudantes poderão conhecer esse processo fazendo uma visita à Companhia Campolarguense de Energia.

Conteúdo específico: Transmissão e distribuição de energia elétrica

Conteúdo privilegiado: Processos de controle da energia elétrica da fonte produtora até o uso na sociedade

Duração: 250 minutos

Objetivos:

Reconhecer as diversas fases no processo de transmissão e distribuição;

Observar os processos utilizados para controlar a energia elétrica; refletir sobre as fraudes que usuários fazem no sistema de distribuição de energia elétrica para captar essa forma de energia sem pagar.

Problematização inicial:

Este momento se iniciará por meio de retomadas sobre as invenções de Nicola Tesla que proporcionaram a distribuição da energia para distâncias maiores. Em seguida, os educandos serão instigados com os seguintes questionamentos: Você tem ideia de como acontece o processo de distribuição da energia elétrica desde a sua produção numa usina até a chegada em sua casa? Tente fazer um esquema e explicar esse processo.

Organização do conhecimento

Neste momento, os educandos farão uma visita ao bairro observando a estrutura que permite a distribuição da energia elétrica. De posse de seus celulares, eles tirarão fotos dos componentes dessa estrutura e caso não saibam do que se trata, serão orientados a aguardar até o momento seguinte.

Ao destacar os equipamentos que compõem a rede de transmissão de energia elétrica, os estudantes serão provocados a discutir sobre ligações clandestinas que são feitas sem autorização da companhia fornecedora que atende o município: os conhecidos como “gatos”. Nessa discussão, serão comentados os motivos que levam as pessoas a fazerem isso, as consequências para a segurança de quem opera a rede transmissão sem conhecimento técnico e consequências para a população em geral.

Em seguida, os estudantes farão uma visita à Companhia Campolarguense de Energia. Essa visita pré-agendada e combinada com os palestrantes do local proporcionará uma visão de como a energia elétrica é conduzida, desde a sua produção na usina hidrelétrica de Itaipu até o município de Campo Largo.

Aplicação do conhecimento:

Ao término desta aula, será discutido novamente com os alunos o problema das ligações clandestinas de energia elétrica, os populares “gatos”. Assim serão feitas novas provocações sobre o assunto ao se trabalhar o texto “Em bairros nobres e na periferia, 'gatos' na rede elétrica encarecem as contas de luz em 5%”, do jornal Estado de Minas Gerais, destacando também a realidade da cidade de Campo Largo.

Recursos Didáticos:

*Texto “Em bairros nobres e na periferia, 'gatos' na rede elétrica encarecem as contas de luz em 5%”.

Anexos:

Em bairros nobres e na periferia, 'gatos' na rede elétrica encarecem as contas de luz em 5%

Irregularidades detectadas em 29,5% dos 115 mil medidores de energia fiscalizados em seis meses elevam as contas de luz, além de pôr em risco fraudadores e terceiros.

Em bairros nobres, na periferia, em grandes comércios ou em pequenos bares. As ligações clandestinas e fraudes em medidores de consumo, os chamados “gatos”, estão presentes em diferentes lugares das cidades mineiras, provocando prejuízos para a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e, principalmente, para os consumidores. Somente nos primeiros seis meses deste ano, 29,5% dos 115 mil medidores de energia verificados tinham irregularidades. E elas pesam no bolso de quem paga as tarifas corretamente. A cada R\$ 100 gastos na conta, R\$ 5 representam custos dos “gatos”. Para coibir essa prática criminosa, uma operação foi realizada no Centro de BH.

Os gatos vêm sendo feitos de maneiras inusitadas. Alguns puxam a energia diretamente da rede da Cemig, outros fazem uma intervenção no medidor para o aparelho registrar valores

menores. “A questão das ligações irregulares tem aumentado ao longo do tempo, mas a Cemig vem intensificando as inspeções e verificações para neutralizar e minimizar as fraudes. Elas causam um prejuízo para a empresa e a sociedade. A estimativa é de que a conta poderia ficar 5% mais baixa, caso não houvesse esse tipo de ligação irregular”, explicou Armando Fernandes Rocha, engenheiro de controle de perdas comerciais da Cemig.

Na tentativa de coibir a prática, somente nos seis primeiros meses de 2019, 115 mil medidores de energia passaram por vistoria. Em 34 mil foram encontradas irregularidades. “A Cemig tem um centro de inteligência que monitora todos os clientes. Então, em caso de qualquer anomalia ou situação que gera alerta, enviamos equipe a campo”, informou o engenheiro.

Ontem, irregularidades voltaram a aparecer em vistoria e fiscalização feitas pela Cemig no Hipercentro de Belo Horizonte com foco em cerca de 200 medidores, entre estabelecimentos comerciais e residenciais da região. Uma delas foi flagrada na Rua Curitiba, onde os técnicos não encontraram o relógio de medição de consumo de uma barbearia. De acordo com a assessoria de imprensa da Cemig, oficialmente o local estava desligado desde dezembro de 2018. Na manhã de ontem, os técnicos encontraram uma ligação direta, sem a presença do relógio.

O responsável pela barbearia, José Luiz de Andrade, disse que desconhece a situação e não sabe do paradeiro do equipamento. Segundo ele, as contas chegam normalmente e, por isso, vai procurar saber o que ocorreu. A Cemig cortou a energia do estabelecimento e, de acordo com a companhia, o fornecimento só será retomado depois que o responsável pagar o que era devido conforme uma média de até 36 meses a ser considerada no período em que o consumo era regular.

Outras irregularidades também foram flagradas no Hipercentro, como em um restaurante da Rua dos Caetés em que a fraude foi praticada ainda na parte subterrânea da estrutura da Cemig. Além do pagamento do que foi furtado com base em uma média do período de consumo regular, o “gato” pode levar a outras penas. Ele é considerado crime, de furto, punível pelo artigo 155 do Código Penal. A pena varia de um a oito anos de reclusão, de acordo com as características do crime, além de multa.

RISCO DE MORTE

O problema vai ainda além do crime e das perdas financeiras para a companhia e para a população. As ligações clandestinas podem levar risco aos próprios infratores e a terceiros. Há registros de pessoas que perderam a vida ou sofreram queimaduras graves ao tentar fazer “gatos”. “Qualquer intervenção no sistema elétrico da Cemig é um risco muito grande. A pessoa inabilitada que atua nos padrões de energia ou na rede pode vir a ser mutilada, sofrer queimaduras e até morrer. Já temos casos registrados de óbitos de pessoas que tentavam fazer ligação clandestina”, comentou o engenheiro.

Jornal Estado de Minas Gerais. 23/07/2019.

Atividade: Produção de energia elétrica e matriz elétrica

Introdução: No segundo encontro será feita uma reflexão sobre como a energia elétrica é produzida. Assim, serão discutidas as diversas formas de se produzir energia elétrica no Brasil e no mundo, apresentando suas vantagens e desvantagens.

Conteúdo específico: A produção de energia elétrica

Conteúdo privilegiado: As matrizes de energia elétrica no Brasil e no mundo e seus impactos

Duração: 100 minutos

Objetivos:

- Reconhecer os diversos tipos de produção de energia elétrica;
- Observar como alguns países desenvolveram suas matrizes energéticas;
- Estabelecer relações entre as matrizes energéticas de cada país apresentado, o seu desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e os impactos ambientais;
- Refletir sobre a busca de promover a produção de energia elétrica, optando por formas que causem baixo impacto no meio ambiente.

Problematização inicial:

Este momento se iniciará com a reflexão sobre como utilizamos a energia elétrica nas diversas atividades diárias, como usos domésticos, no trabalho, no lazer etc. Em seguida, será comentado que a energia elétrica utilizada é produzida num determinado local antes de termos acesso a ela. Assim, será feita a seguinte pergunta: De onde vem a energia elétrica que você utiliza no seu dia a dia? Em que os alunos responderão em grupos e as respostas serão socializadas com a turma.

Organização do conhecimento

Após a discussão sobre a pergunta realizada na etapa da problematização inicial, será apresentado aos estudantes um infográfico que indica a matriz de produção de energia elétrica de alguns países, principalmente no continente americano. Depois de analisar essas matrizes, serão feitos os seguintes questionamentos:

a) Você consegue identificar países que têm uma matriz elétrica parecida com a do Brasil? E alguns que têm uma matriz bem diferente? Cite alguns exemplos.

b) Qual é a matriz energética ideal? Por quê?

Em seguida, os educandos serão conduzidos ao laboratório de informática onde cada equipe receberá um tipo de usina (hidrelétrica, termoelétrica, nuclear, solar e eólica) e fará uma pesquisa na internet descrevendo o princípio de produção de energia de cada uma, a porcentagem de utilização no Brasil e os impactos que ela produz no meio ambiente.

Aplicação do conhecimento:

Ao fim desta aula, será proposta uma atividade adaptada do ENEM 2010 em que se pretende construir uma estação para a geração de energia elétrica para abastecer uma pequena cidade. Os estudantes discutirão o melhor tipo de produção de energia para aquela localidade, respeitando as características sociais e econômicas, bem como os impactos ambientais para aquela região em grupos.

Atividade: Em grupo de três a quatro integrantes leia a questão seguinte:

Questão adaptada ENEM 2010:

Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão abastecerá apenas o município apresentado.

Após leitura da questão, discuta com o grupo qual forma de obtenção de energia é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental.

Sugestão: Nesta questão, assim como na atividade 16, p.174, é possível explorar o gasto de energia elétrica através da relação matemática entre a potência dissipada e o tempo de uso dos aparelhos e instrumentos elétricos ($E=P.\Delta t$).

Recursos Didáticos:

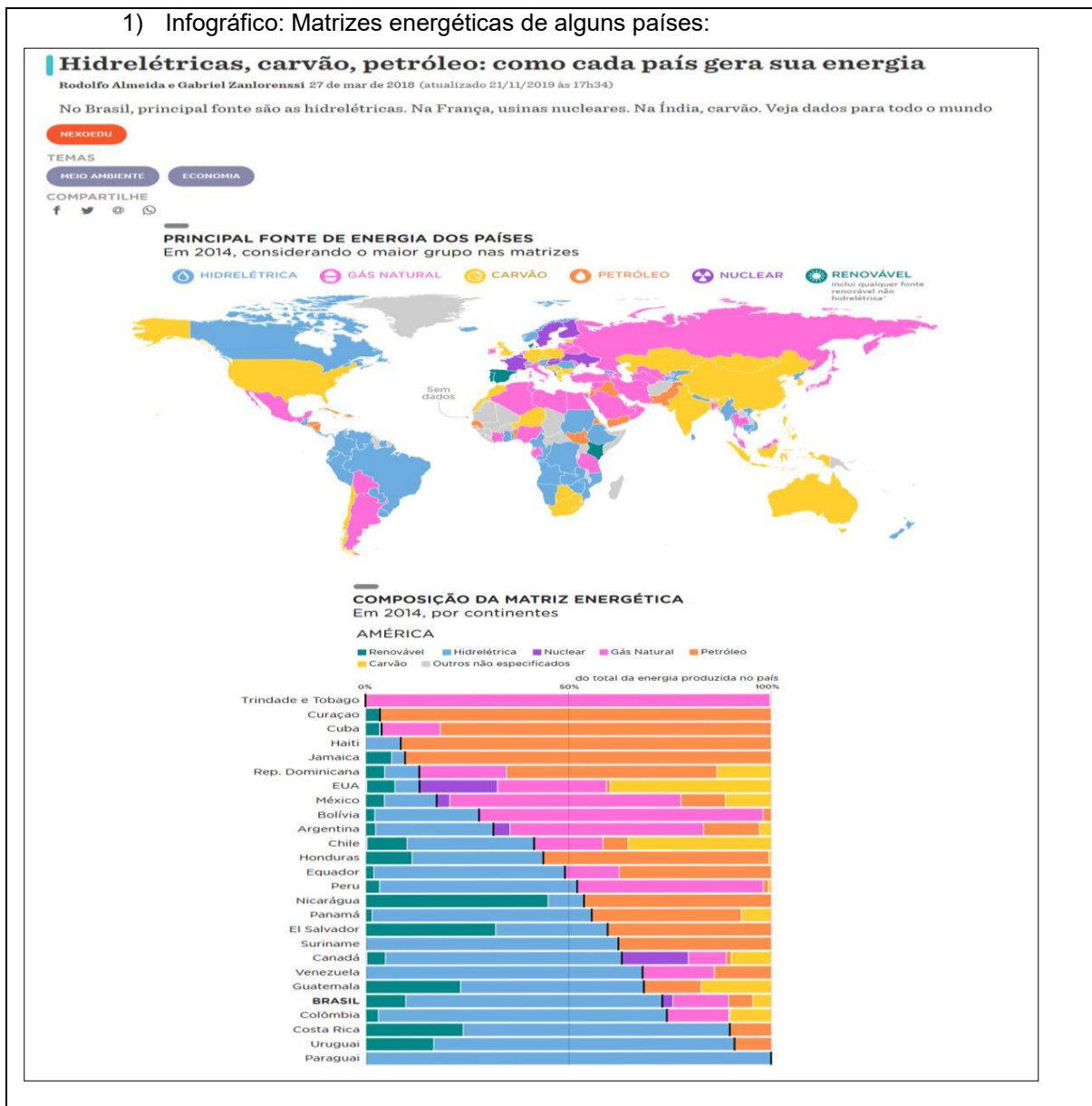
*Infográficos

*Computadores e internet

*Cartazes

Anexos:

1) Infográfico: Matrizes energéticas de alguns países:



Diante do exposto, foi possível reconhecer que os LDs investigados apresentaram algumas evidências de interações entre os elementos da tríade CTS, observando os binômios C-T, C-S e T-S. Entretanto, essas interações são reconhecidas dentro de uma perspectiva reduzida de interação, na qual as interações são unilaterais, dando uma ênfase muito grande para os efeitos da 'ciência sobre a tecnologia' e para os efeitos da 'tecnologia sobre a sociedade'.

Essa observação vai de encontro com o que Auler (2002) acusou e que já foi comentado aqui: desenvolvimento científico (DC) gera o desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando desenvolvimento econômico (DE), que determina o desenvolvimento do bem-estar social (DS).

Entretanto, apesar de as análises identificarem evidências dentro das categorias do Quadro 11, muitas dessas não são apresentadas, segundo a proposta de interação, de acordo com a Figura 4.

Assim, no último tópico serão discutidas as interações que contemplem os três elementos da tríade, ou seja, as **interações entre ciência, tecnologia e sociedade**.

5.1.7 Inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

Neste derradeiro tópico, pretende-se discutir as interações entre os três elementos da tríade CTS. Na Tabela 7, são apresentados os dados identificados na investigação com os LD.

TABELA 7: INDÍCIOS DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Livro – Código de Identificação	Número de indícios das interações entre ciência, tecnologia e sociedade
LD1- Bonjorno et al. (2016)	2
LD2- Barreto Filho e Silva (2016)	5
LD3- Nani et al. (2016)	3
LD4- Martini et al. (2016)	-
LD5- Yamamoto e Fuke (2017)	4
Total	14

FONTE: O autor (2021).

A identificação dessas evidências não foi algo muito fácil, tendo em vista os pressupostos defendidos dentro da Educação CTS. Porém, apesar de essas evidências escolhidas não estarem organizadas dentro das perspectivas que são defendidas aqui, é possível discutir e analisar os conteúdos que são apresentados apontando potencialidades e equívocos que, uma vez discutidos e refletidos de maneira coerente, permitem explorar possibilidades dentro das ideias apresentadas nessas discussões.

Pelo indicativo da Tabela 7, as interações CTS foram as que menos apareceram nos textos investigados com o tema energia elétrica, mesmo numa perspectiva reduzida, distorcida e simplificada. De fato, esses indicativos já foram citados, em grande parte, nas categorias anteriores dentro das possibilidades de interação que permitiram essas discussões.

Assim, os recortes dos textos que podem ser úteis para a discussão dessa categoria são apresentados na sequência.

Ao apresentar o processo histórico de alguns dispositivos elétricos no tópico “A Histórica Conta”, o LD1 propõe o texto “Movidos a eletricidade” (LD1, 2016, p. 132), o qual relata fatos históricos que mudaram completamente o modo de vida das pessoas, citando o telégrafo e o telefone no processo de comunicação. Cita também o intenso trabalho de Thomas Edison e sua equipe na produção da lâmpada. Cita o início da iluminação pública no Brasil e a grande demanda que existia, assim como os temores que muitos tinham da luz incandescente, alegando que ela poderia trazer problemas de saúde, indicando a falta de conhecimento da população sobre a tecnologia recente.

Para explorar esse texto, o livro propõe questões que questionam os estudantes sobre o que é uma patente e propõe uma pesquisa sobre a matriz energética brasileira e as relações sobre o progresso científico no fim do século XIX com as novas tecnologias desenvolvidas e o sistema econômico vigente da época.

Essa proposta de atividade tem potencial para discutir os elementos da Educação CTS se o professor conseguir discutir os elementos científicos, tecnológicos e sociais que estão explícitos e implícitos dentro do texto, relacionando-os mutuamente, assim como provocando os educandos a refletir para além do que lhes é apresentado.

Discussões históricas são apresentadas fazendo um relato de muitas invenções que foram produzidas na época, assim como discute-se um pouco do processo de invenção que reuniu várias pessoas e muito tempo de pesquisa, como no caso da lâmpada incandescente. Porém, tanto no texto como no livro em geral, Thomas Edison é figurado como o principal inventor, e não se comenta sobre outros pesquisadores que também contribuíram com ideias inovadoras sobre essa lâmpada, como Joseph Swan.

A discussão sobre o direito de patentes e a matriz energética brasileira também configura-se em pontos importantes, pois amplia os conhecimentos sobre os interesses comerciais, econômicos e políticos que estão intrínsecos nas práticas científicas e tecnológicas e nos resultados promovidos nos meios sociais e ambientais.

Contudo, a discussão sobre o progresso científico, desenvolvimento tecnológico e a influência do sistema econômico apresentada nas respostas do livro faz clara alusão e tenta aclamar o sistema capitalista como o grande promotor de benefícios e maravilhas para a sociedade. Ora, tal discussão já foi promovida quando

se discutiu a categoria 5.1.2 ao se comentar sobre a Natureza da Tecnologia, em que se deve ter a responsabilidade de denunciar os prejuízos que a CT também promove na sociedade. O LD1 (2016, p. 133) faz defesa explícita ao sistema econômico, enaltecendo as maravilhas da CT promovidas pelos interesses financeiros ao indicar que “no sistema capitalista busca-se o lucro nas relações comerciais e de produção”, assim como ao pontuar que “o sistema investe em tecnologia para melhorar os lucros obtidos nessas relações e, portanto, pode ajudar no desenvolvimento científico”.

Assim, deve-se promover discussões com os educandos ampliando as percepções acerca das relações CTS envolvidas nesse contexto, denunciando a glamourização da CT promovida pelos interesses econômicos, os quais objetivam o lucro promovendo uma cultura de consumo e alienação da sociedade, como Nuñez (2000) defendeu.

Ainda em LD1, encontra-se um outro texto no tópico “Pensando as Ciências: Física e Tecnologia”, em que destaca-se o texto “A guerra das correntes”. Nesse texto, o livro faz uma breve discussão sobre o embate científico e tecnológico que ocorreu entre os séculos XIX e XX, tendo como principais personagens Thomas Edison e Nicola Tesla.

Como já dito anteriormente, “a guerra das correntes” foi um período da história da humanidade em que é possível observar como a ciência, a tecnologia e a sociedade se envolveram de maneira intensa, produzindo grandes transformações em cada uma delas. Essas transformações continuam até hoje influenciando os três componentes e produzindo diversas mudanças influenciadas pela produção de energia elétrica. Entretanto, LD1 não dá o devido destaque aos fatos e acontecimentos ocorridos, permitindo reconhecer nesse momento histórico por ele descrito como uma possibilidade de evidência dentro das interações CTS defendidas.

Em um dos trechos, o livro defende que “as **relações sociais, a política, a economia e as artes foram transformadas pela corrente elétrica** que iluminava as noites, movia máquinas, diminuía as distâncias entre as pessoas e tornava tudo **maravilhosamente** mais rápido” (LD1, 2016, p. 178, grifo nosso). Em outro momento, ele indica que “a **necessidade de mudanças era grande**, e a busca por soluções incentivava a pesquisa científica da mesma forma que **acirrava as competições** entre os laboratórios e os pesquisadores” (LD1, 2016, p. 178, grifo nosso).

Ora, apesar de LD1 repetir certas distorções, induzindo o leitor a considerar a pesquisa científica como uma “maravilha necessária” que estava atendendo as

necessidades da população (sendo que, muito além disso, a pesquisa estava empenhada em criar novas necessidades para atender as demandas capitalistas), é possível perceber elementos das interações CTS nesses trechos, como as transformações nos vários setores sociais, incluindo a ciência e a tecnologia, e as disputas entre os pesquisadores para ganhar os créditos da distribuição de energia. Porém, o texto mantém um discurso muito simplista e neutro, não permitindo que, tanto o professor (que não está familiarizado com os princípios da Educação CTS) quanto os educandos possam refletir sobre as interações de maneira mais crítica.

O LD2 foi o livro que apresentou mais evidências de propostas que se aproximam dos princípios da Educação CTS, de acordo com a Tabela 7. Na sequência, serão discutidas duas dessas propostas.

No tópico “Lendo a Física”, o LD2 apresenta o texto “Lixo eletrônico”, o qual aborda o problema que os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos estão provocando no ambiente, discutindo a obsolescência perspectiva e programada, a falta de reflexão sobre a aquisição desses produtos, a produção de leis que regulamentem o descarte, a logística reversa e a necessidade de discutir esse tema com a sociedade (LD2, 2016, p. 22).

Ao abordar esses pontos, o LD2 promove uma aproximação do que está sendo discutido numa perspectiva mais crítica e alinhada aos princípios CTS. Embora o texto esteja disposto na unidade 1, especificamente no capítulo 1, que analisa a história do eletromagnetismo, é possível para o professor estabelecer conexões futuras com os demais conteúdos que discutirá com os educandos, visto que:

A **consciência** é muito mais impositiva que as leis, e pode **transformar uma sociedade**. [...] A família e a escola, desde cedo, são decisivas para formar cidadãos atentos para a **necessidade da harmonia com o ambiente**, porque dele depende nossa sobrevivência. Não se trata de privar alguém de um produto eletrônico, mas é preciso trocar de celular o tempo todo só para acompanhar a última palavra em tecnologia? Esse tipo de **consumo** gera uma conta ambiental desproporcional, que vai ser cobrada em algum momento (LD2, 2016, p. 22, grifo nosso).

O LD2 sugere também o documentário “Quem matou o carro elétrico?” (PAINE, 2006), que possibilita discussões interessantes nessa categoria. Nesse documentário, são explorados os problemas de saúde que os habitantes do estado da Califórnia, nos EUA, estavam enfrentando com o alto grau de poluição do ar, fortemente influenciado pelos carros movidos a gasolina em 1996. Assim, o governo propõe uma lei na qual as montadoras devem desenvolver tecnologias mais saudáveis

baseadas nas baterias elétricas. Uma montadora automobilística desenvolve um carro elétrico que procura atender ao pedido governamental e amenizar a crise ambiental, entregando o protótipo criado a uma parcela pequena da população americana, indicando, dessa maneira, que pretendia continuar o projeto que desenvolvesse um carro durável, silencioso e menos poluente. Entretanto, os **interesses financeiros e econômicos das montadoras e de outros setores, como o governo federal, a indústria do petróleo, órgãos de pesquisa e o descaso da população contribuíram para que esse importante projeto tecnológico fosse abandonado.** Isso mostra como setores da sociedade determinam as pesquisas científicas e tecnológicas e como estas não são neutras dentro do que pontuou Dagnino (2008).

O documentário dessa proposta tem duração de 92 minutos e promove uma importante reflexão trazendo especialistas de diversas áreas da sociedade americana envolvidas no processo desse protótipo: técnicos responsáveis pelo carro, representantes de órgãos governamentais, usuários do veículo, entre outros. Apresentando seus argumentos, todos pontuaram fatos relevantes que permitem ao expectador tirar suas conclusões sobre como as **práticas científicas e tecnológicas podem ser orientadas de acordo com os interesses dominantes.** Nesse sentido, o documentário leva a refletir sobre esses interesses ao indicar que:

Nunca se ouviu a expressão: "Morte por um milhão de cortes"?
Cortes pequeninos um dia farão alguém sangrar até morrer.
 A luta pelos carros elétricos foi, simplesmente..., uma **luta sobre o futuro.**
Golias ganhou esta rodada.
 Mas agora, Golias tem **novos problemas.**
 Os preços da gasolina subiram.
 Os EUA estão envolvidos na guerra no Oriente Médio...
 e o aquecimento global é uma ameaça cada vez maior.
O que podemos fazer para remodelar o futuro? (PAINE, 2006, grifo nosso).

O questionamento sobre o futuro do planeta, caso os combustíveis fósseis continuem a serem explorados dentro dos padrões atuais, é uma problematização importante que permite ao educando refletir sobre os impactos produzidos pelos automóveis movidos com esses combustíveis e reconhecer a importância dos veículos elétricos.

Tais reflexões estão alinhadas aos pressupostos CTS e é possível reconhecer aqui semelhanças com o episódio histórico em que Rachael Carson sintetiza aquilo que a comunidade científica já sabia sobre o efeito dos pesticidas sobre o meio

ambiente, conseguindo sensibilizar a sociedade a refletir sobre a responsabilidade da ciência e dos limites do progresso tecnológico (STRIEDER, 2012).

O LD3 traz no tópico “A Física tem história” o texto “Urbanização, energia e eletricidade” no qual é possível encontrar importantes discussões sobre o crescimento da população urbana mundial, destacando a revolução industrial e os avanços tecnológicos ocorridos pelas máquinas térmicas e pela eletricidade.

O texto faz defesas do desenvolvimento tecnológico provocado pela eletricidade ao pontuar que esse:

permitiu alimentar as cidades com iluminação abrangente e mais duradoura, possibilitando também o desenvolvimento das telecomunicações e de outros confortos. A construção das primeiras usinas termelétricas, no final do século XIX, anunciava um **futuro de energia aparentemente ilimitada**, sustentando **novos padrões de consumo**.

Outros fatores, como a **melhoria da qualidade de vida nas cidades, avanços da medicina, ampliação de saneamento básico e hábitos pessoais de higiene e melhoria dos padrões de alimentação e moradia, acarretaram quedas expressivas nas** taxas de mortalidade infantil e aumento da **expectativa de vida**, contribuindo para a explosão demográfica nas cidades. (LD3, 2016, p. 198, grifo nosso).

Entretanto, o LD3 aponta aspectos preocupantes que acompanharam esse processo de urbanização, no qual essas tecnologias não atenderam e persistem até os dias atuais:

Contudo, uma parte significativa dessa população, atualmente estimada em um bilhão de pessoas, **vive em condições precárias**, habitando favelas ao redor do globo, **e merece o acesso aos benefícios anunciados pela modernidade**.

Em sua opinião, seria interessante propor aos governos a **criação de políticas públicas para incentivar o aumento da poluição rural?** Justifique. (LD3, 2016, p. 198, grifo nosso).

Ainda em LD3, foi possível identificar discussões pertinentes quanto ao funcionamento e uso das usinas termelétricas que, no contexto brasileiro, entram em funcionamento em momentos críticos de fornecimento de energia pelas hidrelétricas.

O texto destaca os problemas ambientais provocados por essas usinas como poluição atmosférica, efeito estufa, variação de temperatura e consequente alteração em ecossistemas aquáticos que são fontes de água para essas usinas, alterações no microclima local e chuva ácida. Dessa maneira, um questionamento é feito “Com tantos **aspectos negativos do ponto de vista ambiental, o que justifica a instalação de uma usina termelétrica em determinada localidade?**” (LD3, 2016, p. 180, grifo nosso).

Paralelamente à discussão sobre as usinas termelétricas, o LD3 apresenta um *box* que comenta sobre a usina hidrelétrica de Belo Monte, destacando seu potencial de produção de energia que atenderá uma demanda de 60 milhões de pessoas, impulsionando o crescimento do país, entretanto indica que existem setores da sociedade que não concordam com a construção dessa usina, orientando os estudantes da seguinte forma “**pesquise e debata com seus colegas as vantagens e desvantagens da construção dessa usina e aponte algumas alternativas que poderiam evitar a sua construção**” (LD3, 2016, p. 181, grifo nosso).

As propostas apresentadas por LD3 permitem intensas discussões sobre a **Educação CTS** e a **Educação Ambiental** dependendo de como esses textos são trabalhados com os educandos. Nesse sentido, Gonzalez-Gaudiano e Lorenzetti (2009) pontuam que o professor pode demarcar, numa linguagem fleckiana, seu estilo de pensamento dentro da Educação Ambiental de duas maneiras: **estilo de pensamento ecológico** e **estilo de pensamento crítico-transformador**. Segundo os autores, o primeiro é focado nos processos de conservação e preservação dos recursos naturais fortemente alinhados à ecologia. Já o segundo analisa os problemas ambientais em suas múltiplas dimensões: naturais, históricas, culturais, sociais, econômicas e políticas, preparando o indivíduo para agir numa perspectiva crítica, ética e democrática. Nesse sentido, o segundo estilo é aquele que tem mais afinidades com a Educação CTS aqui proposta.

O LD5 faz numa abordagem do texto “Capacitores e o fator de potência” no tópico “A física no cotidiano”. Nesse texto, o livro faz um debate sobre a crise de fornecimento e distribuição de energia elétrica em 2001, a qual gerou racionamentos e blecautes de energia em diversas partes do país. **Na busca de resolver esse problema, uma das medidas tomadas foi a de aumentar o fator de potência dos equipamentos industriais**, em que as indústrias deveriam instalar capacitores em paralelo aos circuitos dos equipamentos, melhorando a eficiência das máquinas. De acordo com o texto:

A medida funcionou tão bem que em 09 de setembro de 2010, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) criou o **artigo 95 da resolução 414**, exigindo fator de, no mínimo, 0,92 para as unidades que forem supridas com mais de 1000V e obrigando a medição do fator dessas unidades pelas concessionárias. [...] (LD5, 2017, p. 171, grifo nosso).

Nesse exemplo, o texto permite refletir como a sociedade, representada em sua **função política**, pode elaborar ações que permitam orientar o devido uso da

tecnologia e ciência disponíveis por meio de leis devidamente debatidas com outros elos sociais na busca de resolver problemas como a falta de energia e o seu uso racional.

Outro texto que merece destaque é o que está intitulado “Magnetotactismo”, que busca descrever esse fenômeno presente em alguns seres vivos, principalmente microorganismos. Ao explorar esses conceitos dentro do ambiente natural, ou seja, o campo geomagnético, o texto indaga sobre a influência dos seres vivos aos campos eletromagnéticos tecnologicamente desenvolvidos:

Assim sendo, **como ficamos nós, os seres humanos, sujeitos cada vez mais a campos magnéticos produzidos por aparelhos, produtos da crescente tecnologia?** Como é a resposta do ser vivo a campos eletromagnéticos de baixa frequência, como os produzidos por redes de transmissão? O número crescente de publicações a este respeito [...], entretanto, não tem ainda respondido a esta questão. O que é aceito pela ciência é o papel do meio ambiente na vida na Terra, onde cada organismo está em completa harmonia com este meio, constituindo algo mais que simples equilíbrio ecológico e que é sensível a estímulos muito mais fracos do que aqueles que a Ciência tem esperado [...]. Esta percepção necessita de estudos mais aprofundados para se compreender um pouco mais sobre a vida na Terra. (LD5, 2017, p. 191, grifo nosso).

Nesse caso, as indagações são muito pertinentes devido às interferências que a ciência e a tecnologia fazem nos ambientes naturais e nos seres vivos. Tais interferências devem ser minuciosamente pensadas e avaliadas na busca de se preservar a vida no planeta Terra. Infelizmente, a história da ciência tem mostrado que os interesses econômicos não levam em consideração essa preocupação.

Assim, ao destacar esses indícios, primou-se por apontar as aproximações que estes têm com a proposta CTS. Todavia, nenhum dos livros analisados desenvolveu uma proposta CTS genuína dentro dos princípios dessa forma de educação. Dessa maneira, no Quadro 16, é indicada uma atividade em que se abarca uma discussão envolvendo os três elementos CTS.

QUADRO 16: ATIVIDADE SOBRE AS INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Produção de Energia nas Usinas Hidrelétricas

Introdução: A energia elétrica consumida no Brasil é majoritariamente produzida por usinas hidrelétricas. Todavia, essa forma de produção possui prós e contras que devem ser discutidos pela sociedade, garantindo a instrumentação dos indivíduos nas possíveis tomadas de decisões. Nesta última aula, os estudantes farão essa reflexão.

Conteúdo específico: Produção de energia elétrica nas usinas hidrelétricas.

Conteúdo privilegiado: Benefícios e malefícios da produção de energia elétrica no Brasil.

Duração: 100 minutos

Objetivos:

- Reconhecer a importância das usinas hidrelétricas na matriz energética brasileira.
- Observar como essa forma de produção impacta a vida das pessoas e o meio ambiente.
- Refletir sobre os benefícios e malefícios produzidos pelas usinas hidroelétricas na sociedade.

Problematização inicial:

Esta problematização se iniciará comentando com os estudantes que os processos de produção de energia elétrica apresentam pontos negativos e positivos. Dessa maneira, será proposta a eles a seguinte pergunta: Quais são as formas de produção de energia que mais impactam o meio ambiente?

Organização do conhecimento:

Depois da problematização inicial, serão fornecidos dois textos aos estudantes que tratam sobre os pontos positivos e negativos da construção de duas usinas hidrelétricas brasileiras: a usina de Itaipu e a usina de Belo Monte. Isso permitirá uma discussão e reflexão sobre os benefícios e malefícios dessa forma de produção.

Em seguida, será proposta a organização da turma para a produção de um júri simulado. Nesse júri, os educandos e o pesquisador farão a composição dos elementos de um júri: juiz, advogados de defesa, promotoria e jurados. O réu será a usina hidrelétrica, a ser julgada por supostos impactos ambientais que esteja cometendo no meio ambiente. Dessa forma, os prós e contras dos processos de produção das usinas hidrelétricas serão postos à discussão pelo grupo.

Aplicação do conhecimento:

Ao término desta aula, será proposta uma atividade com textos que falam sobre a produção de energia elétrica por meio de usinas hidrelétricas. Os estudantes deverão analisar esses textos e produzir um vídeo (5 a 10 minutos) em grupo que apresente a situação do Brasil frente ao mundo quanto à utilização dessa forma de produção apresentando os pontos positivos e negativos.

Atividade:

Em grupos de três a quatro integrantes, leiam os textos seguintes que tratam sobre a produção de energia elétrica por meio das usinas hidrelétricas:

“As usinas hidrelétricas suprem apenas 2,5% da energia total e 15% da eletricidade produzida pela humanidade”.

“As usinas hidrelétricas costumam gerar muitas polêmicas quando construídas, pois, se de um lado elas visam a atender as demandas energéticas, por outro, elas geram graves impactos ambientais e sociais, dos quais podemos citar a perda da vegetação em áreas de inundação; a remoção de famílias em áreas atingidas pelas barragens; a liberação de gás metano na atmosfera; e alterações nos cursos d'água utilizados pelas usinas.”

“Apesar das muitas críticas e oposições, as usinas hidroelétricas são amplamente empregadas em países com elevado potencial hidráulico, tais como o Brasil, Estados Unidos, Rússia e China. Uma das vantagens de sua utilização em comparação com outras fontes de energia é a utilização de fonte de energia gratuita e renovável.”

“Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH₄) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO₂ das termelétricas.”

Após a leitura, façam uma discussão sobre as informações apresentadas nos textos e produzam um vídeo que apresente a situação do Brasil, comparado ao mundo, quanto à produção de

energia hidrelétrica, destacando os pontos positivos e negativos. O grupo deve fazer um roteiro dos assuntos tratados no vídeo produzido. Este deve ter duração de 5 a 10 minutos.

Recursos Didáticos:

*Textos “Itaipu Binacional” e “Usina de Belo Monte”

Avaliação:

A avaliação se dará pela participação nas discussões propostas, pelas elaborações e produções nas aulas e pelo diário de bordo a ser entregue no encontro seguinte.

Anexos:

Itaipu Binacional

A Itaipu Binacional é uma entidade constituída para a operação usina hidrelétrica binacional localizada no Rio Paraná, na fronteira entre o Brasil e o Paraguai.

A Itaipu Binacional é uma entidade binacional pertencente à República Federativa do Brasil e à República do Paraguai. Foi constituída pelo Tratado de Itaipu para a operação da usina hidrelétrica.

A construção da Itaipu Binacional começou em 1974. Logo chegaram trabalhadores das mais diversas regiões do Brasil para auxiliar na construção da usina hidrelétrica.

Entre 1975 e 1978, mais de 9 mil moradias foram construídas nas duas margens do rio Paraná para abrigar os homens que atuam na obra. Na época, Foz do Iguaçu era uma cidade com apenas duas ruas asfaltadas e cerca de 20 mil habitantes, em dez anos, sua população passou para 101.447 habitantes.

Para se ter uma noção da dimensão que foi a posterior construção da barragem, em um único dia de 1978 foram lançados mais de 7.000 metros cúbicos de concreto, utilizando aproximadamente 7 cabos aéreos.

A grandeza dos materiais não se encerra aí, pois em 1980, mais de 20 mil caminhões levaram materiais para a construção da usina.

Nos anos 1980, foram contratados mais de 40 mil pessoas para trabalharem nas obras e nos escritórios, incluindo profissionais de diversas áreas.

Para abrigá-los, foram construídas próximas à usina hospitais, casas, escolas e outras instituições sociais, que basicamente configurou uma pequena cidade em prol de uma hidrelétrica.

Os impactos ambientais causados com a construção da usina de Itaipu

Em 1982 a barragem foi finalizada e o desvio do rio foi fechado para que fosse possível formar o reservatório. Mas como toda construção humana sobre um ambiente natural causa impactos ambientais, foi necessário realizar mais alguns trabalhos, um dos mais importantes ficou conhecido como Mymba Kuera (Pega-Bicho) em tupi-guarani, isto é, mais de 36 mil animais foram resgatados nesta intervenção para que não morressem.

Populações indígenas e ribeirinhas que se encontravam próximas às áreas também tiveram que ser retiradas do local e sofreram processo de realocação.

Em 5 de novembro de 1982, Brasil e Paraguai inauguraram a usina hidrelétrica de Itaipu Binacional. E embora o acordo para a sua construção tenha sido entre ministros ligados ao poder público, a Itaipu Binacional não é uma empresa ligada ao setor estatal e sim ao setor privado.

Itaipu Binacional, recorde em geração de energia.

A Itaipu Binacional, operadora da usina, é a líder mundial em produção de energia limpa e renovável, tendo produzido mais de 2,5 bilhões de megawatts-hora (MWh) desde o início de sua operação.

Em termos de recorde anual de produção de energia, a usina de Itaipu ocupa o primeiro lugar ao superar seu próprio recorde que era de 98,6 milhões de MWh.

Em 2016, a usina de Itaipu Binacional realizou um feito histórico ao produzir, em um único ano, mais de 100 milhões de MWh de energia limpa e renovável. No total, em 2016, foram produzidos 103.098.366 MWh de energia.

Em 2017, um novo recorde de produção. A usina binacional teve o melhor janeiro de todos os tempos, colocando quase 3% de vantagem sobre o mesmo período do ano anterior, até então o melhor primeiro mês do histórico de quase 33 anos de operação. Foram 8,74 milhões de MWh ante 8,5 milhões MWh.

Toda essa produção seria suficiente para atender o Estado de São Paulo por 23 dias. Já a cidade do Rio de Janeiro seria abastecida por quase seis meses e o Estado do Paraná por três meses e meio.

Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/itaipu-binacional>.

Usina de Belo Monte

A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no curso do Rio Xingu vem gerando muita polêmica no que diz respeito à questão ambiental e à questão energética. De um lado, as populações tradicionais e as indígenas, bem como ativistas e grupos ambientalistas que questionam os impactos da construção dessa usina; de outro, o governo e outros ativistas que defendem a sua construção em prol do aumento da produção de energia no país e o fim dos temores de uma eventual crise energética. Uma vez concluída, Belo Monte se tornaria a segunda maior usina hidrelétrica do país, a maior 100% brasileira e a terceira maior do mundo, segundo dados do Governo Federal.

As Características do Projeto

A Usina de Belo Monte está sendo construída ao longo do leito do Rio Xingu, na região norte do país, próxima à cidade de Altamira (PA) e custará cerca de R\$ 25 Bilhões. Sua construção envolve a elaboração de três sítios: Belo Monte, Bela Vista e Pimental. No sítio Pimental, serão implantados o vertedouro e o barramento, no sítio Belo Monte ficará a Casa de Força Principal e, no sítio Bela Vista, será instalado um vertedouro complementar.

A projeção da geração de energia máxima é de 11.233 megawatts (MW), entretanto, a produção da usina irá variar ao longo do ano, conforme as oscilações do nível das águas do Rio Xingu, de forma que a produção mínima não deve passar dos 4.751MW. O canal de derivação da usina (o curso d'água formado para levar água do vertedouro para a casa de força principal) será de 130 m de largura, 20 km de extensão e 27 m de profundidade.

A previsão do início da produção de energia é para fevereiro de 2015 e apenas 3,2% da energia produzida será destinada ao Pará, o restante será ofertado para o resto do país, principalmente para indústrias produtoras de alumínio.

Críticas e protestos contra a construção da usina

A polêmica gerada em torno da construção da usina reside nos impactos ambientais por ela causados, bem como o fato de as barragens e as construções afetarem diretamente a morada de grupos indígenas e populações ribeirinhas.

Diversos grupos ambientalistas alertam para os impactos causados pela construção da hidrelétrica no vale do Xingu. Cerca de 100 km do trecho do rio terão sua vazão reduzida e poderão até secar. Outra preocupação é com relação à manutenção das florestas, visto que parte delas está sendo destruída durante as obras, outra parte será inundada pela barragem e, com a chegada de imigrantes e trabalhadores para a obra, mais devastação poderá acontecer. Além disso, as comunidades alertam que os impactos ambientais da obra não foram totalmente estudados e esclarecidos.

Comunidades tradicionais, também preocupadas com o meio ambiente, terão suas vidas profundamente alteradas na região. Parte da barragem no sítio Pimental impedirá a navegação de populações ribeirinhas e de índios, além de contribuir para a formação de pequenos lagos com água parada, que poderão contribuir para a difusão de doenças, como a Malária.

Parte dessa população deverá ser remanejada de suas áreas de ocupação original, o que não é aceito por ela, uma vez que a região onde se encontra guarda os seus recursos, a sua história e as suas tradições culturais.

Para somar a essas críticas, grupos ambientalistas, como o Greenpeace, argumentam contra a necessidade da construção da usina, haja vista que ela não deverá atingir a capacidade máxima de produção prevista pelo governo e não gerará energia que justifique seu investimento.

Os protestos contra a construção de Belo Monte já ganharam repercussão internacional, ganhando respaldo de personalidades como James Cameron, diretor de filmes como Avatar e Titanic, e que prometeu realizar um documentário sobre a construção da usina.

As obras da Usina de Belo Monte, que foi idealizada na década de 1980, já foram interrompidas várias vezes desde o início de sua construção em junho de 2011, em decorrência de protestos e ocupações realizadas por índios e ambientalistas, e também por intervenções do Tribunal Regional Federal e do Ministério Público. Entretanto, atualmente, as obras estão em pleno funcionamento.

Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/usina-belo-monte.htm>

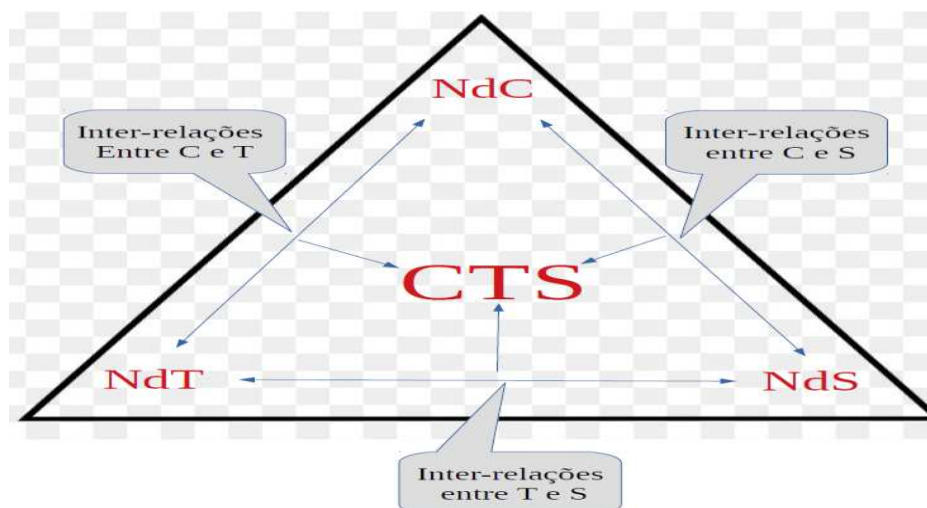
Fonte: O autor (2021).

Torna-se importante ressaltar aqui que todas as atividades desenvolvidas para a sequência podem ser trabalhadas observando as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, mesmo que algumas delas tendam a destacar mais algum elemento da tríade. Por isso, o trabalho pedagógico, ou a análise dessas atividades, dentro da proposta da sequência didática, favorece a uma compreensão mais completa das interações CTS que aqui são discutidas.

Outro aspecto a ser considerado é o tocante às mudanças e alterações na metodologia e nas análises que foram feitas no decorrer do processo, vistos que as contribuições de outros olhares fizeram com que as categorias, inicialmente idealizadas, fossem repensadas e moldadas dentro das análises e reflexões sobre o que estava sendo pesquisado e de acordo com as condições impostas pela pandemia. Ao se discutir sobre essas categorias, partiu-se do Quadro 11, p.107, e adotou-se a Figura 4 como uma possibilidade mais adequada à proposta CTS. Entretanto, ao se aproximar do fim deste trabalho, torna-se necessário repensar a figura adotada e propor considerações sobre ela.

Assim, dentro do que foi defendido, uma proposta CTS deve trabalhar os elementos da sigla destacando-os como entes dotados de ontologias próprias, mas que se relacionam intensamente, desenvolvendo-se de maneira mútua e trina. Dessa maneira, pode-se deduzir que, da Figura 4, o pensamento ideal sobre as relações CTS são melhores identificadas dentro da Figura 5.

FIGURA 5: INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE DENTRO DA EDUCAÇÃO CTS



FONTE: O autor (2021).

Dessa forma, pensar numa proposta de Educação CTS é promover um enredo pedagógico que permita ao educando mergulhar numa proposta de ensino que apresente uma ciência e tecnologia presentes no tecido social, do qual eles façam parte, e, como agentes de transformação, possam refletir sobre essas interações buscando transformá-las para a promoção do bem-estar de todos e do meio ambiente.

Assim, na Tabela 8, são apresentadas todas as evidências observadas dentro das categorias de análise, o que permite sintetizar e compreender melhor como tais evidências foram identificadas.

TABELA 8: SÍNTESE DAS CATEGORIAS OBSERVADAS

Livro – Código de Identificação	Nº de indícios na NdC	Nº de indícios na NdT	Nº de indícios na NdS	Nº de indícios nas interações CT	Nº de indícios nas interações CS	Nº de indícios nas interações TS	Nº de indícios nas interações CTS
LD1- Bonjorno et al. (2016)	13	07	01	51	04	23	02
LD2- Barreto Filho e Silva (2016)	19	16	04	45	11	34	05
LD3- Nani et al. (2016)	17	08	01	46	10	62	03
LD4- Martini et al. (2016)	07	02	-	48	09	14	-
LD5- Yamamoto e Fuke (2017)	11	03	01	42	08	28	04
Total	67	36	07	232	40	161	14

FONTE: O autor (2021).

Pelos dados constituídos, é possível observar que a quantidade de ocorrências da NdC prevalece sobre a NdT e NdS. Entretanto, mesmo com a prevalência dessa categoria em relação às demais, não é possível considerar, tanto de maneira quantitativa quanto de maneira qualitativa, que a maioria das evidências apresentadas estão alinhadas aos princípios e objetivos desta pesquisa.

Nas interações entre os elementos da sigla CTS também é possível observar que as interações entre CT são prevalentes entre as interações CS e TS. Nessas interações, o modelo linear de desenvolvimento é intensamente percebido onde as práticas científicas influenciam as tecnologias, e estas promovem, por sua vez, o bem-estar social.

As interações CTS, principal categoria desta pesquisa, são identificadas em quantidade muito reduzida e são carentes de uma reflexão e discussão mais ampla sobre a complexidade das relações entre CTS que permitam a promoção dessa forma de educação científica.

No próximo tópico serão discutidos os pressupostos que orientaram a construção das atividades indicadas neste percurso da pesquisa que estão organizadas numa sequência didática.

5.2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As discussões realizadas até aqui foram importantes para analisar produções de pesquisas que já foram feitas em diversos contextos educativos, assim como os aspectos CTS presentes nos livros didáticos de Física do 3º ano com os conteúdos que envolvem o tema energia elétrica. Dada a relevância do tema, tornou-se interessante apresentar uma proposta de ensino que contemple esses aspectos indicando caminhos possíveis para se promover a Educação CTS.

Assim, uma proposta de sequência didática será apresentada constituindo-se como mais um instrumento pedagógico a ser utilizado pelos professores na promoção da Educação CTS. Esse instrumento é pensado nos pressupostos de Zabala (1998), sendo caracterizada por um planejamento e desenvolvimento de um tema em aulas organizadas em sequência, com as quais pretende-se chegar a determinados objetivos de aprendizagem utilizando-se metodologias e recursos didáticos diversificados.

Zabala (1998) entende os conteúdos a serem trabalhados em três categorias: conceituais, atitudinais e procedimentais. Os conteúdos conceituais são aqueles que permitem o desenvolvimento de capacidades intelectuais ao operar com os símbolos, ideias e imagens, buscando representações que possibilitam ao indivíduo organizar a realidade em que está inserido. Os conteúdos procedimentais relacionam-se aos processos utilizados na construção de instrumentos de análise dos resultados obtidos, bem como as ações para atingir metas definidas. Os conteúdos atitudinais referem-se à formação de atitudes e valores de acordo com o contexto analisado visando à tomada de decisões do indivíduo em sua realidade.

A SD foi planejada partindo da temática Energia Elétrica, buscando uma abordagem problematizadora e contextualizada com objetivo de se promover a Educação CTS junto aos estudantes do terceiro ano do Ensino Médio na disciplina de Física.

A organização de cada encontro tem como elemento estruturante os pressupostos dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). A metodologia dos 3MP segue os seguintes passos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Os 3MP propõem uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos e objetivam a construção e a reconstrução do conhecimento que está sendo desenvolvido (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Antes de discutir sobre os passos dos 3MP, cabe fazer uma reflexão entre essa proposta e a dos Temas Geradores de Freire (1987). De inspiração freiriana, os 3MP partem do princípio de que a proposta indicada pelo professor deve dialogar com os conhecimentos prévios que os educandos possuem (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014). Assim:

O professor poderá seguir as indicações, roteiros e instruções para o desenvolvimento do seu curso sem, contudo, deixar de introduzir elementos que interessam ao seu grupo de alunos, determinados pelas condições locais e regionais onde estejam atuando (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 14).

Entretanto, os Temas Geradores, propostos por Freire (1987), constituem-se numa proposta muito mais ampla de ação pedagógica que consideram a realidade concreta e as situações vividas pelo educando, compreendendo-se num processo de reflexão, crítica e ação pedagógicas intencionadas no processo de conscientizar os

envolvidos quanto à condição de opressão e desigualdades sociais que vivenciam, substituindo os conteúdos tradicionais indicados nas grades curriculares das escolas.

Assim, na proposta dos 3 MP, a problematização inicial é o momento de realizar questionamentos para que o indivíduo mobilize seus conhecimentos prévios para buscar uma resposta ao que é indagado. Essas perguntas devem instigar e promover a curiosidade para que se desperte o interesse pelo tema. As respostas dadas de acordo com os conhecimentos prévios serão o ponto de partida para se desenvolver os conteúdos em sequência. O passo seguinte é o da organização do conhecimento. Nesse momento, os conhecimentos prévios são desconstruídos pelo trabalho com o conhecimento sistematizado pela organização promovida pelo professor. Assim, o estudante pode confrontar o conhecimento prévio e inicial que tinha com o conhecimento científico e sistematizado que está sendo trabalhado. A última etapa é a aplicação do conhecimento. Nessa etapa, o estudante deve ter os instrumentos necessários para retornar à problematização inicial e resolvê-la com o novo repertório de conhecimentos que adquiriu. Também deve estar capacitado para resolver, ou propor, outros questionamentos que se relacionarem ao tema trabalhado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Carvalho e Almeida (2019), ao desenvolverem uma pesquisa sobre o tema energia elétrica com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental dentro da abordagem CTS, pontuam que essa abordagem não é um processo metodológico por si só. Entretanto, ao articulá-la com os 3MP, constitui-se num processo didático-pedagógico questionador e dialógico. Os autores apresentaram expressivas evidências nas pesquisas desenvolvidas em sala de aula, indicando o consumo exagerado de energia elétrica, motivado, principalmente, por ligações clandestinas.

Após discutir os aspectos estruturais da SD construída durante o percurso da pesquisa, chega-se ao fim deste capítulo. É importante ressaltar que a produção de material didático constitui-se num grande elemento de formação profissional que possibilita ao educador substituir, ou complementar, os LD quando estes não permitem um trabalho que esteja alinhado com os objetivos educativos que almejam, assim como socializar com seus pares ações, estratégias e metodologias educativas.

O roteiro completo com os conteúdos, ações, estratégias e metodologias da SD elaborada encontra-se no Anexo 1.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação teve como objetivo observar como a educação CTS está evidenciada nos cinco livros didáticos de Física mais utilizados no 3º ano do PNLD 2018. Essas observações proporcionaram diversos apontamentos partindo dos dados que foram constituídos, e algumas considerações tornaram-se necessárias, visto que foram os livros mais adotados pelos professores de Física do Brasil, os quais estão espalhados nas diversas escolas do país.

De início, a pesquisa nos livros seria uma coadjuvante para uma proposta de construção, implementação e avaliação de sequência didática, elaborada na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos, que viria a ser implementada em uma turma de 3º ano do Ensino Médio. Entretanto, a pandemia de Covid-19 mudou o enredo previsto. Assim, a análise dos livros didáticos passou a ter destaque principal, enquanto a sequência didática ficou com o papel secundário e complementar das análises dos livros didáticos, visto que o isolamento social não permitiu o contato necessário com os estudantes.

Refeitos os objetivos e traçadas outras metas, partiu-se para as intensas leituras, tanto dos autores que defendem, ou têm afinidades, com os pressupostos da Educação CTS, como dos textos dos livros didáticos identificados com o conteúdo que se referiu à temática energia elétrica.

O primeiro ponto a ser destacado aqui é a tradicional organização dos conteúdos nos livros analisados. De maneira homogênea, todos mantêm uma linha semelhante de distribuição dos conteúdos quanto ao estudo da eletricidade: começam pela eletrostática, seguem com a eletrodinâmica e finalizam com o eletromagnetismo. Em quatro desses livros, o tema energia elétrica é pulverizado sem um destaque contextual mais amplo e apenas em um o tema é destacado focando os tipos de usina geradoras de eletricidade, na transmissão, nas formas alternativas e nos princípios de economia dessa forma de energia.

Nesse ponto, encontra-se o primeiro obstáculo que dificultou identificar indícios com a Educação CTS. Ao se estruturar os conhecimentos nas tradicionais organizações, os livros não possibilitaram desenvolver temáticas que, em sua maioria, permitissem a reflexão do tema energia elétrica dentro das interações CTS amplas. Os conteúdos eram os destaques e, por mais que os livros tentassem fazer pontes apresentando situações cotidianas e relações com outras áreas de conhecimento, não

abriam espaço para discussões consistentes sobre as naturezas da ciência, tecnologia e sociedade e suas interações. O foco no conteúdo, desprovido da problematização e da contextualização necessárias, não instiga e não provoca o estudante a buscar o conhecimento.

Ao se observar a organização dos conteúdos e o enfoque dado aos elementos da tríade CTS, observa-se que o predomínio da ciência é bem expressivo. Esse fato pode ser explicado pela tradição na organização dos conteúdos conforme descrito no parágrafo anterior. A tecnologia, geralmente, é introduzida nos textos como um elemento didático para que o estudante compreenda os conceitos científicos e como fruto da aplicação destes. A sociedade, por sua vez, é considerada como consumidora dos benefícios tecnológicos produzidos inicialmente pela ciência.

Quanto à natureza dos elementos da tríade, observou-se que poucos indícios foram encontrados à luz dos pressupostos da Educação CTS dentro de uma visão ampla. Os livros trazem fatos históricos, mas descuidam da devida discussão sobre o fazer científico e tecnológico dentro de perspectivas mais atualizadas. Destaca-se que ainda predominam ideias de uma ciência e tecnologia neutras, baseadas em verdades prontas as quais cabe ao cientista colher por meio de sua observação. Também não se dá a devida atenção ao papel das controvérsias e das teorias superadas que já fizeram parte das pesquisas em épocas anteriores, assim como do intercâmbio entre os diversos pesquisadores, constituindo coletivos de pesquisa.

A linguagem matemática ainda é muito valorizada, mesmo com as tentativas de se produzirem questões e exercícios com menor grau de abstração. Nesse aspecto, é possível verificar as listas de exercícios formadas por diversas atividades que objetivam o desenvolvimento de cálculos matemáticos, mas que não se propõem a resolver uma problematização específica que faça sentido ao educando, à sua realidade ou ao contexto social em que está inserido.

Nas interações entre os elementos da tríade foi possível identificar que os conteúdos analisados nos livros didáticos se ajustavam de maneira mais confortável ao se levar em conta as primeiras categorias adotadas (categorias a priori), em que um elemento da tríade influencia o outro de maneira unívoca. Assim, foi possível observar que a 'influência da ciência sobre a tecnologia' foi a categoria mais notada. Na sequência, observou-se que outra categoria muito percebida foi a 'influência da tecnologia na sociedade'. Isso permite entender como é forte a visão de que o desenvolvimento científico proporciona o desenvolvimento tecnológico, que, por sua

vez, propicia o 'bem-estar' social. Destaca-se aqui o 'bem-estar' social, pois essa é a visão da maioria dos textos ao se referirem às pesquisas com a energia elétrica: um fato que trouxe avanços e desenvolvimentos sem destacar os problemas e mazelas geradas historicamente.

Como as categorias inicialmente pensadas não ofereciam uma análise e um debate mais imbricados, no sentido de se produzir uma pesquisa com uma visão CTS mais crítica e ampla, buscou-se pensar nas interações entre os elementos da tríade.

Ao se discutir as categorias apontando para as inter-relações entre os elementos da tríade CTS, foi possível perceber que os conteúdos de energia elétrica não promovem, de maneira geral, as discussões e debates que permitam o reconhecimento da rede promovida pelo intercâmbio entre C-T, C-S e T-S. Em algumas exceções, os textos trazem discussões pertinentes que têm potencial para ampliar o entendimento dos educandos quanto a essas inter-relações, sendo LD2 o que apresentou dados mais significativos. Tais discussões são relevantes e destacam-se como potenciais promotoras de reflexões defendidas pela Educação CTS. Entretanto, devido ao seu carácter excepcional, estas inferências podem ser reprimidas considerando a organização tradicional dos conteúdos.

Dentro das análises binárias (C-T, C-S e T-S), foi imprescindível trazer também as contribuições do terceiro elemento da tríade CTS. Tal ação foi percebida no percurso da pesquisa, visto que discutir as inter-relações sem considerar um dos elementos também não produzia uma reflexão mais ampla sobre a Educação CTS. Desse modo, a percepção quanto aos conteúdos analisados possibilitou entender que a maneira como o tema energia elétrica foi organizado e concebido se afasta mais ainda de uma visão CTS ampla, restringindo as relações, basicamente, numa ciência que proporciona a produção de tecnologias e que promove o bem-estar da sociedade.

A última categoria analisada buscou encontrar indícios das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Uma vez compreendido que essa categoria significou a síntese do objeto desta pesquisa, ficou bem evidente o que era esperado nas investigações.

Seguindo o mesmo raciocínio, ficou bem nítido que as propostas dos livros didáticos não trazem elementos consistentes que possam ser consideráveis dentro dos pressupostos CTS. Não se percebe a possibilidade de discussão e reflexão dos conteúdos referentes à energia elétrica dentro de inter-relações entre as práticas

científicas, tecnológicas e sociais que permitam o desenvolvimento crítico do educando e sua instrumentalização para a tomada de decisões.

Contudo, em algumas situações e buscando fazer um exercício de aproximação com o objeto de estudo proposto, foram destacados alguns trechos dos livros didáticos onde promoveu-se um diálogo apontando afinidades e distanciamentos com aquilo que se defende para a promoção da Educação CTS e Educação Científica dos envolvidos.

A sequência didática, originalmente pensada como instrumento de implementação, foi dividida em atividades que puderam ser utilizadas como exemplos dentro das categorias pesquisadas.

Essas atividades, fruto de uma construção coletiva dentro do grupo de pesquisa GEPACT (Grupo de Estudos e Pesquisas em Alfabetização Científica e Tecnológica), possibilitaram complementar ou contextualizar os conteúdos apresentados pelos livros didáticos abrindo espaço para problematizações e discussões que permitam o envolvimento dos estudantes dando condições para que estes percebam como os conhecimentos científicos e tecnológicos baseados no conteúdo de energia elétrica foram desenvolvidos historicamente e socialmente, e possam, também, perceber as influências desses na sua vida e capacitá-los para a ação social.

Assim, de acordo com essas investigações, torna-se necessário uma maior reflexão e discussão dos pressupostos aqui defendidos. Isso possibilitará a visibilidade necessária para que os livros didáticos permitam uma abertura mais ampla que promova a Educação CTS dentro dos conteúdos referentes à energia elétrica, assim como, nos demais conteúdos de Física.

Uma vez entendido que a ciência, a tecnologia e a sociedade promovem uma rede muito imbricada de interações consegue-se entender que a produção desses livros sofre com a tradição de se considerar a neutralidade e o determinismo tecnológico como algo positivo e promotor de uma sociedade próspera. Essa tradição, infelizmente, favorece os setores dominantes da sociedade que controlam os modos de produção, a política e a garantia de direitos das pessoas.

Neste momento histórico, em que o Brasil atinge a triste marca de quinhentos e trinta e quatro mil mortos por Covid-19, e as políticas sanitárias necessárias são asfixiadas pelo negacionismo e obscurantismo de dirigentes necropolíticos, torna-se urgente a promoção da Educação CTS de maneira ampla, orientando a sociedade na tomada de decisões que promova a vida.

Para que esse feito aconteça de maneira mais consistente, os livros didáticos de ciências devem trazer também os problemas e as mazelas sociais que estão relacionados à ciência e à tecnologia, tornando-as mais acessíveis às pessoas e capacitando-as a entender essas complexas relações e jogos de poder, seja para compreender como o conteúdo de energia elétrica participa nesse processo, como também de outros assuntos muito sensíveis neste momento, como a pandemia, a produção de vacinas, a economia, entre tantos outros.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, T. W. Teoria da semicultura. **Educação e Sociedade**, Campinas, ano 17, n. 56, set./dez. 1996.
- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMOM, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, p. 47-59, 1994.
- ALLCHIN, D. **Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science**. Science Education, 95(3), p.518–542, 2011.
- ALLCHIN, D. Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources. **Minnesota: SHiPS Educational Press**, 2013.
- ALLCHIN, D. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v, 17, n.1, p.18–26, 2017.
- ANA, W. P. S.; LEMOS, G. C. Metodologia científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 4, n. 12, p. 531-541, 2018.
- AIRES, J. A. **História da disciplina escolar química: o caso de uma instituição de ensino secundário de Santa Catarina (1909-1942)**. 2006. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AULER, D. Articulação entre pressupostos do educador paulo freire e do movimento cts: novos caminhos para a educação em ciências. **Contexto & educação**, Unijuí, n. 22 nº 77, p. 167-188, jan./jun. 2007.
- AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs). **CTS e educação científica: Desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 73–99, 2011.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 5, n; 2, p. 337-355, 2006a.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e Referenciais Ligados ao Movimento CTS. In: Seminário Ibérico CTS em la Enseñanza de las Ciencias. **Anais [...] Málaga: Universidad de Málaga**, 2006b.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. Revista **Linhas Críticas**, Brasília, v. 21, n. 45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

AURIGLIETTI, R. C. R. **Formação em serviço de professores de ciências da natureza: desenvolvendo sequências didáticas por meio da educação CTS no ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

AVELLANEDA, M. F.; VON LINSINGEN, I. Una mirada a la educación científica desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología latinoamericanos: abriendo nuevas ventanas para la educación. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 225–246, 2011.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 115–130, 2018.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARRENTINE, C. D. **Science education: education in or about science?** Science Education, v. 70, n. 5, p. 497-499, 1986.

BARRETO FILHO, B. B.; SILVA, C. X. **Física aula por aula: Eletromagnetismo * Física Moderna**. 3. ed., São Paulo: FTD, 2016.

BAUMGARTEN, M. **Conhecimento e sustentabilidade: política de ciência, tecnologia e inovação no Brasil contemporâneo**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/Editora Sulina, 2008.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. 4. ed. rev. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; BAZZO, Jilvania Lima dos Santos. **Conversando sobre educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSINGEN, I. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. 2. ed. rev. e ampl. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

BECK, U. A. **Sociedade de Risco**. São Paulo: Editora 34, 2010.

BECKER, H. S. **Tradução Marco Estevão e Renato Aguiar. Revisão Márcia Arieira. Métodos de pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1999.

BEJARANO, N. R. R.; BRAVO, A. A.; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019.

BERNAL, J. D. **Ciência na História**. Lisboa: Livros Horizonte, 1969.

BOCHECO, O. **Parâmetros para abordagem de evento no enfoque CTS**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Trad. de Porto Editora. Portugal: Porto, 1994.

BONJORNIO, R. B.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. P.; BONJORNIO, M. A.; CASEMIRO, R.; BONJORNIO, R. F. S. A. **Física Eletromagnetismo/ Física Moderna**. 3ª edição, São Paulo: FTD, 2016.

BORGES, F.; ZOUAIN, D. M. **A matriz elétrica e seu posicionamento no desenvolvimento sustentável no estado do Pará**. Revista Planejamento e Políticas Públicas. Vol. 35. Brasília: IPEA, 2010.

BRAGA, M. A. B.; GUERRA, A. M.; REIS, J. C. O. **Breve História da Ciência Moderna**. Rio de Janeiro: Ed. Zahar, v. 2-4, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.

BRITO, N. B. et al. História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 214-231, jul./dez. 2014.

CACHAPUZ, A. et al. **Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, L. B. **Proposta de abordagem temática com enfoque CTS no ensino de física: Produção de Energia Elétrica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal Rural do rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. 1 ed. São Paulo: Gaia, 2010.

CARVALHO, L. M. A natureza da ciência e o ensino das ciências naturais: tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-Posições**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 139–150, 2001.

CARVALHO, R. H.; ALMEIDA, A. C. P. C. Consumo doméstico de energia elétrica por meio da abordagem ciência, tecnologia e sociedade. **Indagatio Didactica**, v. 11, n.2, p. 843-861, 2019.

CARVALHO, L. M. A natureza da ciência e o ensino das ciências naturais: tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-Posições**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 139–150, 2001.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, Vozes, 2008.

CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, p. 1-25, septiembre/diciembre 1998.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 549-566, set./dez., 2004.

CHRISPINO, A. et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 455-479, 2013.

DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o “argumento da hélice tríplice”. **Revista Brasileira de Inovação**, Brasília, v. 2. n. 2, p. 267-307, 2003.

DAGNINO, R. **Ciência e Tecnologia no Brasil**: o processo decisório e a comunidade de pesquisa. Campinas: Editora da Unicamp, 2007a.

modelos cognitivos das políticas de interação universidade – empresa. **Convergencia Revista de Ciencias Sociales**, México, n. 45, p. 95-110, 2007b.

DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico**. Campinas: Editora Unicamp, 2008a.

DAGNINO, R. As trajetórias dos estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade. **Alexandria**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 3-36, 2008b.

DAGNINO, R. **Tecnologia Social contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande: Editora Insular, 2014.

DAGNINO, R. O que é o PLACTS (Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade)? **Ângulo**, Lorena, v. 140, p. 47–62, 2015.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. **Redes**, Buenos Aires, v. 3, n. 7, p. 13–51, 1996.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 432, 2006.

DESTER, M. **Propostas para a construção da matriz de energia elétrica brasileira com foco na sustentabilidade do processo de expansão da oferta e segurança no suprimento da carga**. 2012 Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). UNICAMP, Campinas, 2012.

DOMICIANO, T. D. **Enfoque CTS no Curso de Licenciatura em Ciências da UFPR Litoral**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

ELLIOT, D. ELLIOT, R. **El control popular de la tecnología**. Barcelona: Editorial Nueva Sociedad, 1980.

FEENBERG, A. Marcuse ou Habermas: Duas críticas da tecnologia. In: NEDER, Ricardo T. (Org.). Andrew Fenberg: **racionalização democrática, poder e tecnologia**. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/ Centro de Desenvolvimento Sustentável - CDS. Ciclo de Conferências Andrew Feenberg. Série Cadernos PRIMEIRAVERSÃO: CCTS - Construção Crítica da Tecnologia & Sustentabilidade, Vol. 1, Número 3, 2010.

FERREIRA, J. C **Discutindo a física das marés como proposta para a crise de energia elétrica**. 2016. Dissertação (Ensino de Biociências e Saúde), Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

FERREIRA, N. T. **Cidadania: uma questão para a educação**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. São Paulo: Unesp, 2011.

FONTES DE ENERGIA. **Cepa**. 1999. Disponível em: http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Hidraulica/energia_recurso.htm. Acesso em 02/04/2020.

FOUCAULT, M. Les rapports de pouvoir passent à l'intérieur des corps In: **Dits et écrits**. Tomo 3. Paris: Gallimard, 1994, p. 228-236.

FOUCAULT, M. **Vigiar e punir: nascimento da prisão**. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. História da ciência e religião: uma proposta para discutir a natureza da ciência. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17, 2007, São Luiz. **Anais...** São Luiz, 2007, 9 p.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. trad. Georg Otte e Mariana Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum, [1935] 2010.

FRACALANZA, H. O ensino de Ciências no Brasil. In: FRACALANZA, H.; MEGIDNETO, J. (Orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, p. 126-152, 2006a.

FRACALANZA, H. **Livro didático de Ciências: novas ou velhas perspectivas**. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, p. 174-195, 2006b.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARCÍA, J. L. et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología**. Madrid: TECNOS, 1996.

GONZALEZ-GAUDIANO, E.; LORENZETTI, L. Investigação em Educação Ambiental na América Latina: mapeando tendências. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 25, n. 3, p. 191-211, Dec. 2009.

GERALDO, A. P. **Aspectos Didáticos e Pedagógicos da Educação CTS no Ensino Médio: uma Análise do Componente Curricular Ciências Aplicadas da Rede SESI-PR**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

GIL, A. C. **Como classificar as pesquisas**. In: Gil A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas; p. 41-57, 2002.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: USP, 2012.

GONÇALVES, H. A. **A aprendizagem sobre a geração de energia elétrica visando a alfabetização científica no ensino de física na perspectiva CTSA**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

HABERMAS, J. **Conhecimento e interesse**. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1982.

HABERMAS, J. **Técnica e ciência como ideologia**. Lisboa, Edições 70, 2009.

HABERMAS, J. **A Lógica das Ciências Sociais**. Petrópolis, Vozes, 2011.

HAYASHI, M. et al. Sociologia da ciência: primeiras aproximações ao campo. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 6, n. 11, jul./dez. 2010.

HERRERA, A. O. **Ciencia y política en América Latina**. 8 ed. México: siglo XXI editores, 1971.

HERRERA, A. O. Los determinantes sociales de la política científica em América latina. Política científica explícita y política científica implícita. **Revista de Ciências Sociais**, v. 13, n. 49, p. 98-112, 1973.

HERRERA, A. Novo enfoque do desenvolvimento e o papel da ciência e da tecnologia. In: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: uma reflexão latino-americana. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.

HILÁRIO, L. C. Da Biopolítica à Necropolítica: Variações Foucaultianas na Periferia do Capitalismo. **Sapere Aude**, Belo Horizonte, v. 7 – n. 12, p. 194-210, jan./jun. 2016.

HYGINO, C. B.; MARCELINO, V. S.; LINHARES, M. P. Modelos didáticos presentes na formação de futuros professores de química e física da região norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil: encontros e desencontros entre concepções e formação. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 49-58, 2013.

HODSON, D. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, 36(15), 2534–2553, 2014.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science Education**, v. 20, n. 7, p. 591-607, jul. 2011.

JAPIASSU, H. **Ciência e destino humano**. Rio de Janeiro, Himago, 2005.

JAPIASSU, H. **Um desafio à educação**: repensar a pedagogia científica. São Paulo: Ed. Letras & Letras, 1999.

KOCHER, J. M. **Telegrafia no século XIX**: ciência e técnica no contexto da industrialização. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências) - História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino de ciências. In: GARCIA, W. **Inovação educacional no Brasil**: problemas e perspectivas. São Paulo: Cortez, 1980.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. Natureza da Ciência: o que os pesquisadores brasileiros discutem? Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, São Paulo, v. 14, n. 32, p. 19-32, jul./dez. 2018.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo, Editora Perspectiva, 1982.

LATOURETTE, B. Por que a crítica perdeu a força? De questões de fato a questões de interesse. **O que nos faz pensar**, [S.I.], v. 29, n. 46, p. 173-204, July 2020. ISSN 0104-

6675. Disponível em: <<http://www.oquenofazpensar.fil.puc-rio.br/index.php/oqnf/article/view/748>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório** - a produção de fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará. 1979.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present, and future. In: S.K. Abell, S. K. e N.G. Lederman. (eds) **Handbook of research on science education**. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, p. 831–880, 2007.

LEITE, A. E.; GARCIA, N. M. D.; ROCHA, M. Tendências de pesquisa sobre os livros didáticos de ciências e física. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, X, EDUCERE, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2011, p. 11739-11751.

LIMA, C. E **A energia fotovoltaica num contexto CTSA: uma sequência de ensino sobre as transformações de energia solar em energia elétrica**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, 2008.

LOGUERCIO, R. de Q.; DEL PINO, J. C.; SOUZA, D. O. G. de. A Educação e o livro didático: implicações sociais. **Educação**, Porto Alegre, ano XXV, n. 48, p.183-193, out., 2002.

LOPES, N. C **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Universidade Estadual Paulista (Campus Bauru), Bauru, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MAESTRELLI, S. G. **A Abordagem CTSA nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Contribuições para o Exercício da Cidadania**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIS, H. C.; SANT'ANNA, B. **Conexões com a Física**. Eletricidade do século XXI. 3. ed., São Paulo: Moderna, 2016.

MBEMBE, A. Necropolítica, una revisión crítica. In: GREGOR, H. C. M. (Org.). **Estética y violencia: Necropolítica, militarización y vidas lloradas**. México: UNAM-MUAC, 2012, p. 130-139.

MATTHEWS, M. R. Changing the Focus: from nature of science to features of science. In: KHINE, M. S. (Ed.). **Advances in Nature of Science Research**, Dordrecht: Springer, 2012, p. 3-26.

MCCARTHY, T. **La Teoría Crítica de Jürgen Habermas**, Madrid, Tecnos, 1995.

MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. In: W. F. McComas (Ed.). *The nature of science in science education: rationales and strategies*. **Dordrecht**: Kluwer Academic Publishers. p. 3-39, 1998.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O Livro didático de Ciências: problemas e soluções. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006, p. 153-169.

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MIRANDA, A. L. **Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna**. 2002. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) — Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2002.

MORAES, L. C. **Estudo sobre o panorama da energia elétrica no Brasil e tendências futuras**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – UNESP, Bauru, 2015.

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

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191 – 211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2011.

MORÉS, A. Investigação qualitativa em educação: tessituras com a metodologia de estudo de caso. In: STECANELA, N. (Org.). **Diálogos com a educação: a escolha do método e a identidade do pesquisador**. Rio Grande do Sul: EDUCS, 2012, p. 51- 88.

MORAIS, R. de. **Evoluções e revoluções da ciência**. Campinas, Alínea Editora, 2007.

MORIN, E. **Rumo ao abismo?** Ensaio sobre o destino da humanidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, E. **Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana**. São Paulo: Cortez, Brasília, DF: UNESCO, 2009.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32–46, 2014.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, Set. 2014.

NANI, A. P. S.; VÁLIO, A. B. M.; FUKUI, A.; FERDINIAN, B.; OLIVEIRA, G. A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **Ser protagonista**. 3. ed., São Paulo, 2016.

NETO, P. B. L. et al. Exploração de energia maremotriz para geração de eletricidade: aspectos básicos e principais tendências. **Ingeniare. Rev. chil. ing.**, Arica, v. 19, n. 2, p. 219-232, ago. 2011.

NÚÑEZ, J. **La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar**. 2000. Disponível em: <<https://www.oei.es/historico/salactsi/nunez02.htm>>. Acesso em: 20 maio 2021.

OLIVEIRA, M. B. Desmercantilizar a tecnociência. In: SANTOS, B. S. (org.). **Conhecimento prudente para uma vida decente: "Um discurso sobre as ciências" revisitado**. Porto, Edições Afrontamento, 2003.

OLIVEIRA, S. de.; GUIMARAES, O.M.; LORENZETTI, L. O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do ensino médio. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 121-147. 2016.

OSORIO, C. Enfoques sobre la tecnología. **Revistactsi**, Colombia, nº 2, p. 61-81. abril, 2002.

PACEY, A. **La cultura de la tecnología**. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica. 1990.

PALACIOS, E. M. G. et al. **Introdução aos estudos CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade)**. Cadernos de Ibero-América: OEI, 2003.

PANAZZO, N. S. P. Análise qualitativa na Educação. In: STECANELA, N. (Org.). **Diálogos com a educação: a escolha do método e a identidade do pesquisador**. Rio Grande do Sul: EDUCS, 2012, p. 99-111.

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**, Bauru, v.13, n.1, p. 71-84, 2007.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científicotecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madri, v. 49, n. 1, p. 1–14, 2009.

PINTO, A. V. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro, Contraponto, 2005.

PIZZUTTI, T. C. **Concepções CTS Presentes nos Discursos de Professores Formadores no Ensino Superior: um Estudo à Luz da Grounded Theory**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

POPPER, K. **Conjecturas e Refutações**. Brasília, Editora UnB, 2ª edição, 1982.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução de Naila Freitas. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 143-144, 2007.

PREMEBIDA, A.; NEVES, F. M.; ALMEIDA, J. Estudos sociais em ciência e tecnologia e suas distintas abordagens. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 13, n. 26, p. 22-42, 2011.

RICHAUDEAU, F. **Conception et production des manuels scolaires: guide pratique**. Paris: Unesco, 1979.

ROEHRIG, S. A. G. **Educação com enfoque ciência, tecnologia e sociedade -CTS- nas diretrizes curriculares de Física do estado do Paraná**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

RODRIGUES-JUNIOR, E.; et al. Implicações didáticas de História da Ciência no ensino de Física: Uma revisão de literatura através da análise textual discursiva. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n.3, p. 769-808, 2015.

ROSA, M. D. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. **REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino**, Cornélio Procópio, v. 1, n. 2, p. 132-149, 2017.

ROSENTHAL, D. B. Two approaches to science – technology – society (STS) education. **Science Education**, v. 73, n. 5, p.581-589. 1989.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, n. 1, p.1-15, 2009.

SÁBATO, J. A.; MACKENZIE, Mi. **La producción de tecnología: autónoma o transnacional**. Ciudad de México – MEX: Editorial Nueva Imagen, 1982.

SANTOS, B. S. Do pós-moderno ao pós-colonial. E para além um do outro. **Revista de Ciências Sociais e Humanas em Língua Portuguesa**, Coimbra, edição 6/7, 2008.

SANTOS, B. S. **A Cruel Pedagogia do Vírus**. Edições Almedina, Coimbra, 2020.

SANTOS, M. E. **A cidadania na “voz” dos manuais escolares. O que temos? O que queremos?** Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-12, 2007a.

SANTOS, W. L. P. D. Educação científica humanística em uma perspectiva freiriana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109–131, 2008b.

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

SANTOS, W. L. P.; CARNEIRO, M. H. S. Livro didático de ciências: fonte de informação ou apostila de exercícios? **Contexto e Educação**, Ijuí, v. 21, n. 76, 2006.

SANTOS, B. S.; MENESES, M.P. (orgs.). **Epistemologias do Sul**. Coimbra, Almedina. 2009

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, B. S.; MENESES, M. P.; NUNES, J. A.; “Introdução: para Ampliar o Cânone da Ciência: a Diversidade Epistemológica do Mundo”. *In*: Boaventura de Sousa Santos (Org.) **Semear outras soluções: os caminhos da biodiversidade e dos conhecimentos rivais**. Porto: Edições Afrontamento, 2004, p. 23-101.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SARTORI, S.; KURIYAMA, G. S. K.; ALVARENGA, T. H. P.; VIEIRA B. S.; CAMPOS L. M. S. **Os benefícios e desafios da geração de eletricidade no contexto da sustentabilidade**. Engema: 2015.

SILVA, M. J. R **Análise da aplicação de projeto de ensino de física com enfoque curricular cts e metodologia de ensino-aprendizagem PBL na modalidade de educação de jovens e adultos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

SILVA, J. L. P. B.; de MORADILLO, E. F. Sobre o ensino da conservação da energia. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciência, 5., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, São Paulo, 2005, p. 8.

SILVA, A. P. B.; SILVA, J. A. A influência da Naturphilosophie nas ciências do século XIX: eletromagnetismo e energia. **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 687-705, set. 2017.

SILVA, R. et al. Tecnologia social: uma política pública para o desenvolvimento social. **Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades**, n. 231, p. 7-14, set. 2008.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas: Papirus, 2001.

SMITH, C. **The science of energy**: a cultural history of energy physics in Victorian Britain. Chicago: The University of Chicago Press, 1998.

STRIEDER, R. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

THOMAS, H. Los estudios sociales dela tecnología em América Latina, **Íconos**, v. 2, n. 37, p. 35-53, 2010.

TRIGUEIRO, M. G. S. **O conteúdo social da tecnologia**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, Distrito federal, 2008.

TRINDADE-CALZADO, G. **Enfoque CTS no Ensino Técnico em Química Integrado: possibilidades do uso da temática impacto ambiental da atividade industrial na disciplina de análise ambiental**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión em América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 18, p. 13–40, 1998.

VARGAS, M. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: Editora Alfa-Omega, 1994.

VARSAVSKY, O. **Ciencia, política y científicismo**. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1969.

VARSAVSKY, O. **Por uma política científica nacional**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.

VIEIRA, R. P. T **Produção de energia nuclear em relação à matriz energética: um enfoque CTS**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

VILELA, M. L.; SELLES, S. E. É possível uma Educação em ciências crítica em tempos d negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n.3, p.1722-1747, dez. 2020.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio. Eletricidade e Física Moderna**. 4. ed., São Paulo: Saraiva. 2017.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZANETTI, J. Física e Arte: uma Ponte entre Duas Culturas, **Pro-Posições**, v. 17, n. 1 (49), p. 39-57, jan./abr. 2006.

ZATTI, V. A questão da técnica e ciência em Jurgen Habermas. **Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnologia y Sociedad – CTS**, Buenos Aires, vol. 11, n. 31, p. 29-47, 2016.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1

Roteiro da Sequência Didática: Se Liga na Energia Elétrica

Público Alvo: 3º ano do Ensino Médio

Número de aulas: 14 aulas

Orientação Didática: Desenvolver com os estudantes os pressupostos da Educação CTS por meio de uma sequência didática que foi planejada e será desenvolvida em 7 encontros com duração de 100 minutos, estruturadas de acordo com os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Cada aula, portanto, será dividida em três etapas: a *problematização inicial*, a *organização do conhecimento* e a *aplicação do conhecimento*.

Os pressupostos da Educação CTS que norteiam a construção desta SD seguem os aspectos apontados por Mckavanagh e Maher (1982) *apud* Santos e Schnetzler (2003, p. 65). Estes aspectos são identificados nos conteúdos que serão trabalhados e podem ser observados no quadro 12:

Quadro 12: Aspectos CTS e suas relações com os conteúdos da SD em cada aula

Aspectos :	Conteúdos contemplados nas aulas de acordo com os aspectos CTS:
Natureza da Ciência	<ul style="list-style-type: none"> - Aula 1: atividade científica e processo de produção de conhecimento científico; - Aula 2: Reflexão sobre o potencial de produção de energia elétrica no Brasil e no mundo e as carências nas pesquisas para atender populações que não tem acesso a esta forma de energia; - Aula 3: O papel da experimentação na compreensão do processo de produção de energia elétrica produzida pela indução eletromagnética; - Aula 5: As características diversificadas de cada país proporcionaram as condições que influenciaram as

	<p>pesquisas científicas que promoveram a formação das matrizes de energia elétrica em cada caso;</p> <p>- Aula 7: Promoção de reflexões sobre produção de energia elétrica nas usinas hidrelétricas brasileiras possibilitando a formação de argumentos com os educandos e instrumentalizando-os a cobrar dos poderes públicos uma política de pesquisa eficaz neste setor.</p>
<p>Natureza da Tecnologia</p>	<p>- Aula 1: O desenvolvimento tecnológico que se baseou na energia elétrica foi muito grande e sofreu inúmeras influências de questões socioeconômicas e disputas de poder;</p> <p>- Aula 2: Uso de tecnologias sociais nas comunidades sem energia elétrica;</p> <p>- Aula 3: Diversas tecnologias são produzidas baseadas no processo de indução eletromagnética desde a criação de um dínamo de bicicleta até a geração de energia numa grande usina;</p> <p>- Aula 4: Os diversos aparelhos elétricos que utilizamos no dia a dia influenciam a vida cotidiana, entretanto, não são discutidos a real necessidade deles, os gastos de energia que promovem, a vida útil de cada um;</p> <p>- Aula 5: O desenvolvimento das matrizes de energia elétrica de cada país aconteceu de forma diferenciada devido as condições regionais, políticas, demandas e pesquisas;</p> <p>- Aula 6: O desenvolvimento tecnológico nos processos de produção e distribuição evoluíram de acordo com as demandas de energia elétrica e se compõem numa complexa rede desde a produção numa usina até a distribuição na sociedade;</p> <p>- Aula 7: Discutir como as tecnologias envolvidas na produção de energia elétrica traz benefícios e prejuízos à</p>

	<p>sociedade e principalmente ao meio ambiente e os povos nativos que perdem seus lares e seu habitat buscando alternativas de como minimizar estes impactos.</p>
<p>Natureza da Sociedade</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aula 1: A comunicação e a iluminação dos ambientes promoveram demandas criadas na sociedade induzindo pesquisas científicas e tecnológicas sobre a energia elétrica; - Aula 1: As disputas econômicas e de poder determinaram quais os primeiros favorecidos pelos benefícios da energia elétrica bem como o processo de desenvolvimento científico e tecnológico; - Aula 2: Posicionamento dos moradores quanto à necessidade da energia elétrica; - Aula 4: A sociedade deve discutir sobre as questões científicas e tecnológicas que envolvem os aparelhos que consomem energia elétrica possibilitando a instrumentalização dos indivíduos nas escolhas conscientes e tomadas de decisão quanto a aquisição e uso dos mesmos; - Aula 5: A demanda social por energia elétrica é muito grande, principalmente nos países mais ricos, e as matrizes destes são as mais poluidoras; - Aula 6: A sociedade precisa de energia elétrica e cabe a cada usuário pagar pela sua utilização. Porém, existem atitudes criminosas como os 'gatos' que usam a energia elétrica de forma clandestina, até mesmo por pessoas que não são carentes, que encarecem o valor das tarifas e devem ser discutidas e combatidas socialmente; - Aula 6: A importância de se refletir sobre as políticas públicas desenvolvidas para as populações carentes como os programas Luz para Todos, Tarifas Sociais, Luz Fraterna (estado do Paraná) e a responsabilidade da autarquia ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica);

	<p>- Aula 7: Discutir a necessidade de posicionamento das pessoas sobre os benefícios e prejuízos que as usinas hidrelétricas promovem dando atenção especial aos povos que são excluídos destas discussões e que estão mais fragilizados neste momento histórico que são os indígenas.</p>
<p>Inter-relações entre a Ciência e a Tecnologia</p>	<p>- Aula 2: As pesquisas desenvolvidas por Faraday, Tesla entre muitos outros sobre os fenômenos da energia elétrica possibilitaram o desenvolvimento de diversas tecnologias como o motor elétrico, o eletroímã, a lâmpada e a produção de energia elétrica para a população;</p> <p>- Aula 3: As pesquisas sobre a indução eletromagnética potencializam pesquisas por diversos aparatos tecnológicos como os dínamos, geradores de energia elétrica, entre outros;</p> <p>- Aula 4: Conhecimentos científicos permitem a construção de aparelhos elétricos pelos técnicos e permitem que os cidadãos entendam como os mesmos funcionem e gastam energia elétrica;</p> <p>- Aula 6: As diversas pesquisas científicas discutidas na aula 3 contribuíram para construção das usinas e da rede de distribuição que conhecemos hoje;</p> <p>- Aula 7: As pesquisas científicas proporcionaram o desenvolvimento e a construção de diversas hidrelétricas no mundo, mas no Brasil esta forma foi mais difundida devido as características geográficas;</p> <p>- Aula 1: A construção do cabo que ligava os EUA a Inglaterra demonstrou que a tecnologia pretendida precisava de mais pesquisas científicas sobre a natureza da energia elétrica que até então não era conhecida;</p> <p>- Aula 1: De Faraday até Tesla podem ser observados que as tecnologias desenvolvidas demandaram mais</p>

	<p>conhecimentos científicos que muitas vezes não estavam disponíveis como no desenvolvimento da lâmpada, na distribuição de energia elétrica em Nova York, entre outros;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aula 3: O desenvolvimento do experimento utilizando materiais a serem manipulados com intuito de demonstrar o fenômeno da indução eletromagnética permite conhecer melhor este fenômeno; - Aula 4: A busca por tecnologias mais avançadas incentiva as pesquisas científicas quanto a produção de aparelhos elétricos mais eficazes e com menores impactos negativos na sociedade; - Aula 5: O desenvolvimento das matrizes de energia elétrica priorizou pesquisas científicas em determinadas fontes de produção de energia elétrica; - Aula 6: As tecnologias desenvolvidas na produção e distribuição de energia elétrica produziram pesquisas para resolver seus próprios problemas, assim como, contribuíram para construção de outros aparatos tecnológicos que auxiliaram outras pesquisas científicas; - Aula 7: O desenvolvimento e implantação das usinas hidrelétricas promove pesquisas científicas para adequar esta tecnologia a realidade brasileira buscando potencializar os efeitos positivos e apontar os efeitos negativos, assim como, buscar alternativas para minimizá-los.
<p>Inter-relações entre a Tecnologia e a Sociedade</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aula 1: As tecnologias desenvolvidas como o motor elétrico, a lâmpada e os geradores de energia elétrica promoveram grande desenvolvimento social na comunicação, produção industrial, iluminação de ambientes, entre outros;

	<ul style="list-style-type: none">- Aula 1: O telégrafo permite a assinatura do tratado de paz entre Áustria e Prússia;- Aula 2: Armazenamento dos alimentos para consumo e venda;- Aula 2: impactos no ambiente devido a produção e distribuição de energia;- Aula 2: inclusão social ao permitir que comunidades afastadas possam usufruir das tecnologias possibilitadas pela energia elétrica;- Aula 3: Benefícios que os geradores podem promover baseados na indução eletromagnética, como o processo de produção e distribuição de energia elétrica para a cidade de Nova York;- Aula 4: Os aparelhos elétricos trazem muita praticidade e comodidade no cotidiano, entretanto, as demandas de energia aumentam cada vez mais, trazendo impactos ambientais;- Aula 4: A obsolescência dos aparelhos elétricos constitui-se num problema social que causa fortes impactos ambientais;- Aula 5: As matrizes de energia elétrica de cada país impactam o ambiente e a sociedade de maneiras diferentes;- Aula 6: O desenvolvimento tecnológico das usinas e dos processos de distribuição iniciados desde Tesla garantiram acesso rápido a boa parte da população de maneira menos onerosa e mais eficaz contribuindo para a iluminação dos ambientes, assim como, as diversas aplicações residenciais, no comércio, indústria entre outros;- Aula 7: As usinas hidrelétricas produzem a maior parte da energia elétrica consumida no Brasil;
--	--

	<ul style="list-style-type: none">- Aula 7: As usinas hidrelétricas alagaram grandes áreas de importantes biomas brasileiros, assim como, desapropriaram moradores e povos nativos de seus habitats e promovem poluição através da produção de metano; - Aula 1: A necessidade de iluminar ambientes, trocando o sistema a gás, incentivou disputas promovendo desenvolvimentos tecnológicos na construção da lâmpada incandescente; - Aula 1: Com o objetivo de aumentar a produção industrial, o modo de produção social, incentivou o desenvolvimento tecnológico desenvolvendo o motor elétrico, entre outros; - Aula 1: As possibilidades de riqueza e poder instigou o desenvolvimento de tecnologias e disputas como a 'guerra das correntes'; - Aula 2: Reivindicações sobre tecnologias para atender localidades e famílias sem acesso à energia elétrica, principalmente, aquelas que causem menores impactos no meio ambiente; - Aula 3: O conhecimento sobre as diversas formas de se promover a indução eletromagnética e as reflexões sobre os impactos sociais e ambientais podem promover mudanças e priorizar pesquisas tecnológicas por alternativas mais seguras, econômicas e sustentáveis; - Aula 4: O sistema capitalista incentiva o consumo da imensa diversidade de aparelhos elétricos pela mídia sem uma reflexão crítica sobre os impactos na sociedade e desconsidera a obsolescência de cada um; - Aula 4: Pressões sociais podem incentivar pesquisas tecnológicas sobre a busca de conhecimentos e materiais
--	---

	<p>que consomam menos energia e aparelhos com vida útil maior;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aula 5: Cidadãos conscientes das formas de produzir energia elétrica em seu país podem clamar por alternativas tecnológicas mais eficazes e menos poluidoras; - Aula 6: A sociedade de posse dos conhecimentos pode promover discussões que influenciem pesquisas tecnológicas para a melhoria nos processos de produção e distribuição de energia, garantindo mais agilidade e barateamento no processo, assim como, medidas de controle e combate aos 'gatos'; - Aula 7: Debates e discussões sobre os impactos da produção de energia elétrica pelas hidrelétricas podem incitar os poderes públicos e direcionar pesquisas tecnológicas mais apropriadas à realidade brasileira.
<p>Inter-relações entre a Ciência e a Sociedade</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aula 2: As pessoas percebem que a ciência pode influenciar a vida delas de maneira intensa por meio das pesquisas sobre a energia elétrica; - Aula 2: As disputas entre as formas de produção de energia por corrente contínua e corrente alternada promovem intensa campanha midiática tentando convencer a população sobre qual a melhor forma de produzir a energia elétrica; - Aula 3: Os experimentos e discussões sobre o fenômeno da indução eletromagnética podem modificar as ideias dos estudantes sobre os diversos processos de produção de energia elétrica na sociedade; - Aula 4: O conhecimento científico sobre o funcionamento e uso dos aparelhos elétricos pode despertar a reflexão sobre o consumo consciente de energia elétrica, assim como, a real necessidade de aquisição e utilização destes aparelhos;

	<ul style="list-style-type: none">- Aula 6: O conhecimento científico contribuí para entender as tecnologias envolvidas na produção e distribuição de energia promovendo discussões sobre os cuidados que devem ser considerados ao manipular as redes elétricas, os direitos dos cidadãos ao acesso à energia elétrica e as mazelas como os 'gatos';- Aula 7: O conhecimento científico sobre os processos de produção de energia elétrica pelas usinas hidrelétricas e seus impactos promovem debates e discussões que podem incitar tomadas de decisões e ações dos poderes públicos. - Aula 1: O aumento da produção industrial intensificou pesquisas científicas sobre a energia elétrica aperfeiçoando o motor elétrico;- Aula 1: A necessidade de iluminação de ambientes, buscando substituir a iluminação a gás, intensifica as pesquisas científicas sobre a lâmpada incandescente com Thomas Edson e Swan;- Aula 1: As possibilidades de riqueza e poder instigou o desenvolvimento de pesquisas científicas e disputas como a 'guerra das correntes';- Aula 1: A necessidade de comunicação entre as pessoas e os países, como o tratado de paz entre Áustria e Prússia instigou as pesquisas científicas;- Aula 2: Reivindicações que produzam mais pesquisas científicas por formas alternativas de obtenção de energia elétrica para locais afastados dos meios urbanos e que minimizem os impactos ambientais;- Aula 3: O conhecimento sobre as diversas formas de se promover a indução eletromagnética e as reflexões sobre os impactos sociais e ambientais podem promover
--	---

	<p>mudanças e priorizar pesquisas científicas por alternativas mais seguras, econômicas e sustentáveis;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aula 4: Pressões sociais podem incentivar pesquisas científicas sobre a busca de conhecimentos e materiais que consumam menos energia. - Aula 5: Cidadãos conscientes das formas de produzir energia elétrica em seu país podem clamar por pesquisas científicas por alternativas mais eficazes e menos poluidoras; - Aula 6: A sociedade de posse dos conhecimentos, pode promover discussões que influenciem pesquisas científicas para a melhoria nos processos de produção e distribuição de energia, garantindo mais agilidade e barateamento no processo, assim como, medidas de controle e combate aos 'gatos'; - Aula 7: Debates e discussões sobre os impactos da produção de energia elétrica pelas hidrelétricas podem incitar os poderes públicos e direcionar pesquisas científicas mais apropriadas à realidade brasileira.
<p>Inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aula 1: Reflexões sobre a história da ciência e da tecnologia dentro do contexto histórico da humanidade envolvendo as pesquisas com o fenômeno da energia elétrica; - Aula 1: As interações entre CTS possibilitando transformações em cada elemento desta tríade; - Aula 1: Debates e discussões sobre a não neutralidade que envolveram as pesquisas científicas e tecnológicas, no contexto dos fenômenos que envolvem a energia elétrica, de acordo com os interesses políticos, econômicos e produtivos; - Aula1: Reconhecimento de que o conhecimento construído sobre o fenômeno da indução

eletromagnética, as tecnologias como o telégrafo, lâmpada incandescente, usinas produtoras de energia elétrica e as mudanças sociais como o avanço do sistema produtivo, Revolução Industrial, conforto e comodidade, bem como, degradação do meio ambiente e exploração do trabalho humano estão intrinsecamente ligadas nas análises CTS.

- Aula 2: Discutir sobre como a falta de energia elétrica determina a organização social de uma localidade, bem como, são determinadas as tecnologias destes povos;

- Aula 2: Refletir sobre as relações entre CTS quanto a quantidade de pessoas no mundo, no Brasil e no município de Campo Largo que não tem acesso à energia elétrica destacando como as políticas públicas podem colaborar com esse acesso;

- Aula 3: Explorar o fenômeno eletromagnético por meio do processo de investigação e experimentação relacionando-o às tecnologias de produção de energia elétrica e às necessidades de uma determinada população;

- Aula 3 e 4: Reconhecer grandezas elétricas e suas relações nos aparelhos eletrodomésticos, bem como, a importância e irrelevância destes na vida cotidiana;

- Aula 4: Reconhecer a tecnologia do chuveiro elétrico como uma produção científica e tecnológica brasileira desenvolvida aqui devido às especificidades locais;

- Aula 4: Perceber os conhecimentos científicos e tecnológicos nos diversos artefatos e instrumentos cotidianos que funcionam a base de energia elétrica percebendo também como estes elementos são utilizados e influenciam a vida das pessoas;

- Aula 5: Discutir a formação da matriz elétrica de um país destacando suas características geográficas,

	<p>econômicas e relacionando-as às práticas científicas e tecnológicas desenvolvidas;</p> <ul style="list-style-type: none">- Aula 5: Refletir sobre a matriz elétrica brasileira e seu potencial para atender as diversas comunidades, assim como, os impactos produzidos no meio ambiente;- Aula 6: Conhecer o processo de distribuição de energia elétrica no município de Campo Largo, bem como, reconhecer o conhecimento científico e tecnológico envolvidos no processo ao visitar a Companhia Campolarguense de Energia – Cotel;- Aula 6: Discutir sobre as carências de energia elétrica a determinadas localidades, os programas sociais para este setor e as ligações clandestinas no sistema de distribuição de energia elétrica;- Aula 7: Debater sobre a produção de energia elétrica nas usinas hidrelétricas brasileiras permite a participação das diversas vozes sociais orientando as políticas para ampliação e condução das ações;- Aula 7: Reconhecimento dos avanços e dos problemas gerados pelas usinas hidrelétricas capacita a população a clamar por melhores acessos a estas fontes e contenção destes projetos quando comunidades e o meio ambiente estiverem em risco.
--	---

FONTE: O autor (2021).

Na sequência são apresentadas as aulas que compõem a SD.

AULA 1

Introdução: A história da ciência proporciona uma visão bem complexa de como os cientistas e técnicos conseguiram elaborar os conhecimentos e os aparatos tecnológicos que se fundamentaram no fenômeno da energia elétrica. Assim, neste momento serão abordados os principais fatos da história da ciência que mostram

como esses saberes foram construídos, possibilitando uma compreensão crítica da natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade.

Conteúdo específico: História da energia elétrica

Conteúdo privilegiado: A natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade

Duração: 150 minutos

Objetivos:

- Reconhecer a complexidade histórica na construção dos conhecimentos sobre a energia elétrica;
- Observar como a natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade determina a produção do conhecimento;
- Refletir sobre a complexa relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade estabelecida para a obtenção da energia elétrica pela humanidade;
- Analisar os interesses políticos, sociais e econômicos que permearam as pesquisas sobre energia elétrica.

Problematização inicial:

Para iniciar este momento, é interessante comentar que as pesquisas iniciais dos fenômenos sobre a energia elétrica, bem como o aprimoramento das tecnologias que surgiram neste processo envolveram muitos pesquisadores e engenheiros. Desta maneira, os alunos serão questionados da seguinte forma: Quais são os usos que você conhece da energia elétrica? Como seus avós e bisavós tinham acesso à energia elétrica? Você imagina qual foi o primeiro uso dado a energia elétrica?

Organização do conhecimento:

Após a discussão sobre o questionamento inicial, será apresentado aos estudantes uma parte do processo histórico que mostra como os conhecimentos científicos e tecnológicos sobre a energia elétrica foram construídos. Para tanto serão apresentados slides e recortes de vídeo baseados no vídeo 'História da Eletricidade: A Era da Invenção'.

Para refletir sobre esse assunto os estudantes serão instigados sobre a complexidade na elaboração dos conhecimentos sobre a energia elétrica, o envolvimento de muitos cientistas e técnicos nesta elaboração, as influências mútuas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade neste processo assim como as influências e interesses políticos e econômicos.

Após apresentação dos slides e do recorte do vídeo serão feitos os seguintes questionamentos para os estudantes organizados em grupos:

a) Faraday conseguiu desenvolver o primeiro motor elétrico e foi reconhecido por esta construção. Mas suas ideias foram elaboradas apenas por ele mesmo ou ele buscou conhecimentos em outros pesquisadores? Como sua pesquisa influenciou as tecnologias que conhecemos hoje?

b) Joseph Henry também fazia pesquisas sobre os fenômenos elétricos e magnéticos independente de Michael Faraday. Todavia, foram atribuídas a Faraday a 'descoberta' destes fenômenos por ele ter publicado seus trabalhos antes. Henry desenvolveu os conhecimentos que possibilitaram a construção do eletroímã. Qual foi a primeira aplicação deste dispositivo tecnológico? Como ele influenciou as atividades sociais da época?

c) O telégrafo foi uma tecnologia muito importante para a comunicação. Mas a comunicação entre os continentes era um desafio muito grande a ser vencido pela dificuldade de se passar cabos de energia pelo mar. Como foi o processo de construção destes cabos? A pesquisa científica da época conseguia atender a pesquisa tecnológica que se desenvolvia para possibilitar a comunicação entre a Inglaterra e os EUA? O que motivou os engenheiros a desenvolver este projeto?

d) Como observado, a construção e funcionamento do cabo que cruzava o oceano Atlântico não foi simples e vários erros de engenharia e equívocos científicos marcaram este evento. A primeira transmissão entre a rainha da Inglaterra e o presidente dos EUA chegou de forma confusa e de difícil decifração. Quais foram os problemas científicos e tecnológicos que dificultaram a execução do projeto?

e) O desenvolvimento científico e tecnológico do cabo de comunicação do telégrafo foi utilizado para que a Áustria e a Prússia assinassem um tratado de paz. Podemos considerar isso um efeito da tecnologia, ligada a energia elétrica, sobre a sociedade? Que outros efeitos poderiam ser observados?

f) Até meados do século XIX os ambientes eram iluminados com luz proveniente da queima de gás. A energia elétrica começou a despertar o interesse mostrando-se uma fonte de luz. Como foi o processo de substituição do gás pela energia elétrica? Podemos entender que o desenvolvimento das pesquisas científicas e tecnológicas em energia elétrica aconteceram por existir essa necessidade de se iluminar praças, casas, locais de trabalho etc.?

g) Thomas Edson foi um inventor que tinha muito prestígio na sociedade americana em sua época. A mídia dava muito crédito as suas ideias, as quais, também eram muito valorizadas pelo mercado financeiro, tanto que o projeto de suas usinas produtoras de energia elétrica serviu primeiro os moradores próximos de Wall Street, área nobre de Nova York. Por que estas ideias eram tão valorizadas pelo mercado financeiro? Podemos perceber esta influência nas pesquisas em ciência e tecnologia atualmente?

h) Nicola Tesla desenvolveu um processo tecnológico diferente do pensado por Thomas Edson. O projeto de Tesla era mais conveniente e mais barato, entretanto, não foi aceito tranquilamente. Quais os problemas e contratempos ocorreram dificultando a aceitação de seu projeto?

Aplicação do conhecimento:

Ao término desta aula, os educandos serão motivados a se pronunciarem sobre este processo histórico de produção dos conhecimentos sobre a energia elétrica, destacando como eles perceberam as relações existentes entre as pesquisas científicas, as tecnologias desenvolvidas e a sociedade discutidas durante esta aula. Para isso, formarão grupos e realizarão a seguinte atividade:

Atividade:

Preencha o quadro apontando como o grupo percebeu as influências mútuas entre as pesquisas científicas sobre a energia elétrica, as tecnologias que se basearam na energia elétrica e os impactos nas relações sociais.

<p>Pesquisa científica: Michel Faraday observa e deduz o fenômeno da indução eletromagnética, ou seja, a variação de um campo magnético pode produzir energia elétrica.</p>	<p>Influências nas Tecnologias:</p>
	<p>Influências na sociedade:</p>
	<p>Influências na pesquisa científica:</p>

Tecnologia: O telégrafo desafiou a comunidade de pesquisadores e engenheiros a fazer uma rede que ligasse dois continentes separados pelo oceano.	
	Influências na sociedade:
Sociedade: Os recursos financeiros para quem conseguisse distribuir energia elétrica para a cidade de Nova York eram muito grandes e provocou uma disputa acirrada entre duas grandes empresas.	Influências na pesquisa científica:
	Influências na tecnologia:

Sugestão: Antes de apresentar a atividade e pedir para que os estudantes preencham a tabela, seria interessante se o professor fizesse questionamentos sobre as influências percebidas entre os elementos da tríade CTS tomando como base os indicativos da primeira coluna, buscando assim, a identificação prévia das possibilidades de influências entre os elementos.

Recursos Didáticos:

- * Vídeo 'História da Eletricidade: A Era da Invenção'
- * Slides

AULA 2

Introdução: Nesta aula serão abordados alguns aspectos relacionados a importância da energia elétrica em nossas vidas e para as sociedades em geral, buscando destacar como este fenômeno pode influenciar as condições de vida de uma comunidade, destacando suas influências nas diversas tecnologias.

Conteúdo específico: Energia elétrica

Conteúdo privilegiado: Comunidades que não tem acesso à energia elétrica

Duração: 100 minutos

Objetivos:

- Reconhecer a importância da energia elétrica no nosso cotidiano;
- Observar como uma comunidade é afetada pela falta de energia elétrica;
- Estabelecer relações entre o desenvolvimento social e tecnológico de uma comunidade e o acesso à energia elétrica;
- Refletir sobre as responsabilidades dos poderes públicos para com o fornecimento de energia elétrica as comunidades vulneráveis.

Problematização inicial:

Este encontro iniciará pedindo aos estudantes que façam uma lista de atividades que eles fazem durante seu dia a dia graças ao uso da energia elétrica. Depois serão feitos os seguintes questionamentos: Como é a vida de uma determinada sociedade que não faz o uso da energia elétrica? É possível viver sem energia elétrica na sociedade atual? Você conhece alguém que vive sem energia elétrica? Sabe o motivo de eles viverem privados desta forma de energia? Como é possível ajudar estas pessoas a terem acesso à energia elétrica?

Organização do conhecimento:

Na segunda etapa da aula, será apresentado um recorte do vídeo 'Conheça comunidades que não tem energia elétrica. Você viveria sem?'. Este vídeo mostra aos estudantes a realidade das pessoas que vivem na localidade Ponta do Mangue, no município de Barreirinha, região dos Lençóis Maranhenses no estado do Maranhão. Com base neste vídeo, será realizada uma discussão sobre como uma determinada sociedade sobrevive sem energia elétrica. Logo após sua apresentação, será feita uma reflexão com as seguintes perguntas:

a) O que mais lhe impressionou sobre a falta de energia elétrica na comunidade da Ponta do Mangue?

b) Você consegue perceber que a energia elétrica é um fenômeno que produz e interfere em muitas formas de tecnologias? No caso da comunidade de pescadores, a falta de energia elétrica impede a utilização de inúmeras tecnologias as quais estamos acostumados. Quais os impactos sociais que podemos observar com a falta destas tecnologias naquela sociedade?

Em seguida serão discutidas, com os alunos, outras realidades brasileiras que também encontram dificuldades com o acesso de energia elétrica, mas que já despontam possibilidades que venham a ajudar no processo de apropriação deste

fenômeno. Para isso, será feita uma discussão em grupos de três a quatro alunos sobre o texto ‘Quem ainda não tem acesso à energia elétrica no Brasil?’ com as seguintes questões:

a) O texto afirma que a energia elétrica ainda é uma utopia para muitas comunidades. O que isso quer dizer?

b) Você consegue perceber os impactos das tecnologias produzidas pela energia elétrica no Território Indígena do Xingú? Estes impactos são sempre benéficos para as populações e para o meio ambiente daquelas localidades?

c) Qual seria a alternativa tecnológica mais viável para a produção de energia elétrica para aqueles povos indígenas? Explique porquê.

Aplicação do conhecimento:

Ao final da aula, a problematização inicial será retomada para discutir sobre a realidade social e as outras realidades apresentadas. Após leitura do texto ‘Acesso universal a energia: muito mais que eletricidade’ serão propostas as seguintes perguntas: Quais as dificuldades de pessoas carentes quanto ao acesso de energia elétrica e qual a importância dos programas sociais que dão descontos nas tarifas de energia elétrica no Brasil? Por que existem tantas pessoas no mundo sem acesso à energia elétrica? O que pode ser feito para que todos tenham acesso? Se todos tiverem acesso, isso pode prejudicar o meio ambiente?

Recursos Didáticos:

* Vídeo Conheça comunidades que não tem energia elétrica. Você viveria sem?

* Texto: Quem ainda não tem acesso à energia elétrica no Brasil?

Anexos:

1- Texto utilizado na organização do conhecimento

“Quem ainda não tem acesso à energia elétrica no Brasil?”

Estudos mostram que há demanda por energia de qualidade e limpa nas comunidades. E mais: fontes renováveis podem proporcionar economia para o país

17/04/2019 - 14:16

Por: Instituto Clima e Sociedade

Basta carregar o computador ou o celular na tomada para ler este texto. Porém, esta não é a realidade de todas e todos no país. A energia elétrica ainda é uma “utopia” para algumas comunidades. Veja!

Sem geladeira para resfriar os alimentos. Sem iluminação para estudar a noite. Sem freezer para manter vacinas. Estima-se que cerca de dois milhões de brasileiros ainda estão sem acesso à

energia elétrica. Este valor é calculado a partir de dados das distribuidoras de energia. Agora, o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) está buscando estimar quantos desses estão na Amazônia. Também é importante especificar onde mora a maioria dessas pessoas, o que é essencial para estimar os custos logísticos e definir a tecnologia apropriada para o atendimento. Além disso, uma hipótese é que a maior parte dessas pessoas se encontra em comunidades remotas com restrição ou até sem nenhum acesso a serviços básicos e onde, dificilmente, a rede elétrica chegará um dia.

Recentemente, o IEMA divulgou dois estudos, um técnico-econômico e outro abordando aspectos socioculturais, sobre o projeto Xingu Solar do Instituto Socioambiental (ISA), que instalou 70 sistemas fotovoltaicos em 65 aldeias do Território Indígena do Xingu (TIX). As pesquisas mostraram que há demanda por energia de qualidade e limpa nas comunidades. E mais: que fontes renováveis podem proporcionar, futuramente, economia ao país.

Anteriormente no Xingu, o abastecimento de eletricidade era feito quase exclusivamente por geradores comunitários a combustíveis fósseis. Eles são barulhentos, poluidores e de difícil manutenção. Os painéis fotovoltaicos foram instalados pelo ISA em edifícios comunitários como postos de saúde e escolas. Aumentando a oferta de eletricidade sem os problemas dos geradores a combustíveis fósseis, eles trouxeram benefícios como maior oferta de ensino noturno nas aldeias.

Por isso, os painéis solares foram bem-vindos. Eles são silenciosos e complementam os geradores quando há luz solar disponível. Se a tecnologia solar fosse utilizada pelo poder público para realizar o atendimento no TIX em conjunto com os geradores a diesel, isto traria uma economia de mais de R\$ 360 mil por ano em subsídios federais custeados por toda a população brasileira no âmbito de políticas públicas como o programa Luz para Todos.

A Amazônia é responsável por quase um quarto da capacidade de geração de energia instalada no país, mas uma parte de sua população está no escuro. Seria possível incluir todos esses brasileiros. Basta dar acesso à geração de energia apropriada para os costumes e realidades locais de cada comunidade. Todas e todos do país ganhariam.

Disponível em <https://catracalivre.com.br/cidadania/quem-ainda-nao-tem-acesso-a-energia-eletrica-no-brasil/>

Texto 2- Acesso universal a energia: muito mais que eletricidade

Ainda há muito a ser feito para fornecer à população mundial combustíveis limpos, fontes renováveis modernas e tecnologias de eficiência energética

Você tem acesso a eletricidade confiável em casa a um preço acessível? E como é o forno que você usa? É elétrico ou usa carvão, gerando fumaça toda vez que você cozinha?

Um bilhão de pessoas (13% da população mundial) ainda vive sem eletricidade e mais de 3 bilhões (41%) usam combustíveis poluentes para cozinhar, o que afeta sua saúde, produtividade e qualidade de vida. É por isso que as Nações Unidas incluíram o acesso universal à eletrificação e às tecnologias limpas de cozinha entre os objetivos relacionados a energia a serem alcançados dentro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) até 2030.

O ODS número 7 também requer um aumento substancial na participação de fontes renováveis modernas (solar, eólica, hidrelétrica e geotérmica, por exemplo) no mix energético global, além de um uso mais eficiente da energia.

O novo estudo *monitorando o ODS 7: Relatório de Progresso Energético 2018* revela como o mundo está avançando nos objetivos de acesso a eletricidade, combustíveis limpos para cozinhar, energia renovável e eficiência energética.

E embora o documento mostre que o mundo não está fazendo o suficiente para cumprir essas metas até 2030, ele destaca experiências recentes que trazem esperança, principalmente na Ásia e na África subsaariana, mas também na América Latina.

O relatório é um esforço coletivo da Agência Internacional de Energia (IEA), da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), da Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (UNSD), do Banco Mundial e da Organização Mundial da Saúde (OMS).

"A experiência de países que aumentaram substancialmente o número de pessoas com eletricidade em um curto espaço de tempo oferece uma esperança real de que conseguiremos alcançar o bilhão de pessoas que ainda vive sem eletricidade", diz Riccardo Puliti, diretor de Energia e Indústrias Extrativas do Banco Mundial.

"Com as políticas certas, investimentos em eletrificação dentro e fora da rede (como nos sistemas de energia solar para as casas), estruturas de financiamento bem adaptadas e mobilização

do setor privado, é possível fazer grandes conquistas em alguns anos. Isso, por sua vez, terá impactos reais e positivos nas perspectivas de desenvolvimento e na qualidade de vida de milhões de pessoas", acrescenta.

Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2018/05/18/sustainable-development-goal-7-energy-access-all>

AULA 3

Introdução: As diversas formas de se produzir a energia elétrica que é consumida pela sociedade, com exceção da energia solar, utilizam-se do mesmo princípio gerador: converter a energia original em energia de movimento, que produzirá a indução eletromagnética. Este princípio já estudado na aula anterior será melhor discutido neste momento.

Conteúdo específico: Produção de energia elétrica.

Conteúdo privilegiado: Indução eletromagnética

Duração: 150 minutos

Objetivos:

- Observar o processo de indução eletromagnética que ocorre numa usina hidrelétrica;
- Reconhecer que o processo de indução eletromagnética ocorre em outros tipos de usinas e em aparelhos de uso diário;
- Instigar o processo de investigação de fenômenos;

Problematização inicial:

Esta aula se iniciará resgatando os tipos de produção da energia elétrica já estudados e pesquisado pelos educandos os quais podem ser gerados numa usina hidrelétrica, eólica, termoelétrica, nuclear e solar. Será comentado que, com exceção da energia solar, todas as demais usinas seguem um princípio similar: utilizar energia de movimento para fazer um gerador produzir energia elétrica. Desta forma, a pergunta a ser feita aos estudantes é: você tem alguma ideia de como a energia

elétrica é produzida numa usina hidrelétrica? Podemos produzir energia elétrica num experimento sem ligar este a uma tomada, bateria ou pilha?

Organização do conhecimento:

O próximo momento desta aula acontecerá com vistas a investigação do fenômeno de indução eletromagnética. Para tanto será dado um roteiro de experimento no qual os alunos produzirão um gerador elétrico caseiro. Por meio deste será explicado a Lei de Faraday que dá suporte para entender o processo de produção de energia elétrica numa usina hidrelétrica. Inicialmente, serão apresentados os materiais para as equipes e antes de seguir o proposto no roteiro os estudantes serão instigados a propor maneiras de se construir um modelo que promova a produção de energia elétrica sem ligação com outras fontes de energia como tomadas, baterias ou pilhas. Após discussões e socializações das propostas dos estudantes será feita a discussão do roteiro.

Roteiro de Experimento: Produzindo a Indução Eletromagnética

Material

- 1 pedaço de cartolina quadrado (10cmx10cm);
- 1 ímã de neodímio cilíndrico;
- 1 lâmpada de led;
- 1 lixa de unha;
- Fita crepe;
- Fio esmaltado nº 30

Procedimento

- Pegue a cartolina e faça um rolo (cilindro) cujo orifício tenha um espaço suficiente de forma que o ímã possa oscilar dentro dele;

- Coloque um pedaço de fita crepe fixando o cilindro;

- Pegue o fio esmaltado e dê várias voltas ao redor do cilindro deixando uma ponta livre até a extremidade do cilindro e a outra dando uma volta por dentro do cilindro encontrando a primeira ponta;

- Pegue a lixa e lixe as extremidades das duas pontas tomando o cuidado para que toda a ponta fique sem o esmalte;

- Com o auxílio de outro pedaço de fita crepe, ligue as pontas do fio as pontas do led;

- Coloque o ímã dentro do cilindro e faça ele oscilar.

Questões:

a) Como foi possível acender a luz de led no experimento?

b) Se o ímã permanecesse parado dentro do tubo o led acenderia?

c) A velocidade da oscilação interfere na luz do led?

d) Pela experiência podemos entender como funciona uma grande usina produtora de energia elétrica?

Em seguida, os estudantes serão levados ao laboratório de informática para explorar o simulador Phet da Universidade do Colorado, no qual será explorado os conceitos de *corrente*, *tensão*, *resistência* e *potência elétrica*. Outro simulador também será explorado, o de consumo de energia elétrica da Copel, o qual simula os gastos dos aparelhos elétricos de acordo com sua potência e tempo de uso.

Observação: Neste momento o professor pode explorar as grandezas elétricas citadas no parágrafo anterior focando as relações matemáticas que existem entre a corrente elétrica, tensão, resistência e potência elétrica: $U=R.i$, $P=U.i$, $P=R.i^2$, $P=U^2/R$

Na sequência será trabalhado um texto do livro didático que descreve como ocorre o fenômeno de indução eletromagnética (Anexo 1).

Aplicação do conhecimento:

Ao final desta aula, os educandos receberão uma questão adaptada do ENEM 2010 onde o funcionamento de um dínamo de bicicleta é comparado ao de uma grande usina hidrelétrica. Desta forma, eles serão provocados a reconhecer as semelhanças entre os dois aparatos tecnológicos e os demais que utilizam o mesmo princípio.

Atividade

Questão adaptada ENEM 2010:

Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina.



Existe alguma semelhança no funcionamento do dínamo e na turbina de uma grande usina hidrelétrica? Qual? Existem outros dispositivos que funcionam de maneira semelhante?

Recursos Didáticos:

- * Vídeo 'Gerador elétrico caseiro (Lei de Faraday)'.
- * Texto
- * Roteiro de experimento

Observação: Para que a compreensão entre as interações ciência e tecnologia seja mais ampla, torna-se importante que o professor faça uma discussão provocando aos estudantes quanto aos interesses sociais que existem (ou já existiram a exemplo do que é discutido na atividade do quadro 12, p. 131) dentro das pesquisas que envolvam a exploração da energia elétrica. Essa ação proporcionará uma

articulação maior entre os elementos da tríade possibilitando ao estudante maior compreensão destas interações.

Anexos:

1 Texto Geração de energia elétrica em usinas e sua distribuição

3. Geração de energia elétrica em usinas e sua distribuição

Como é gerada a energia elétrica em usinas e como ela chega até nós?

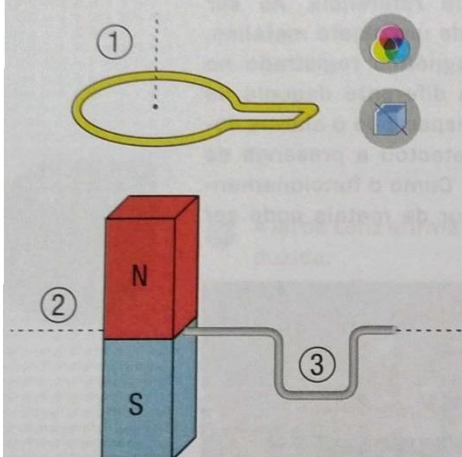


Figura 18: Esquema simplificado de um gerador elétrico: 1. espira fechada; 2. ímã; 3. manivela fixada ao ímã para movê-lo.

As usinas de geração de energia elétrica apresentam um gerador, cujo princípio de funcionamento baseia-se na indução eletromagnética: um campo magnético variável na região onde estão as bobinas do gerador produz uma tensão (força eletromotriz).

As bobinas são fixadas ao redor de um eixo e formam um tipo de anel. Ao redor desse anel, sobre o eixo móvel, há outro circuito, ligado a uma fonte de energia elétrica. Nesse circuito fechado, uma corrente elétrica cria um campo magnético na região onde se encontram as bobinas fixas. Quando a parte do gerador fixada ao eixo gira, o campo magnético criado pela corrente elétrica varia na região onde se encontram as bobinas fixas, induzindo nelas uma corrente elétrica, quando o circuito estiver fechado, ou uma força eletromotriz em seus terminais, se o circuito permanecer aberto.

Para compreender o surgimento da corrente elétrica no gerador da usina, veja o esquema simplificado de gerador na figura 18. Nele o ímã cria o campo magnético na região da espira, fazendo do papel do circuito elétrico do gerador fixado ao eixo na usina.

O campo magnético na região é criado pelo ímã, mas poderia ser criado por uma corrente elétrica constante. Desse modo, enquanto o eixo estiver parado, o campo magnético na região da espira também será constante e não haverá indução eletromagnética. A indução só vai ocorrer quando o ímã estiver girando, quando seu campo magnético varia.

Veja como se dá essa variação do campo magnético para uma volta completa do eixo do gerador, ilustrando quatro posições do ímã em relação à espira (figura 19).

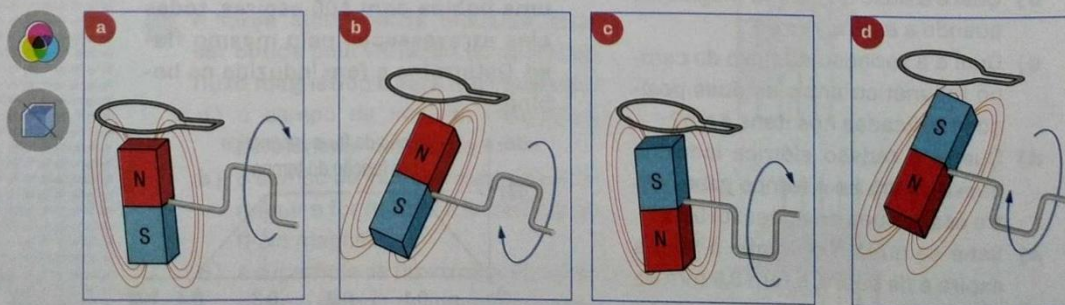


Figura 19: Gerador em funcionamento: quatro posições do ímã em relação à espira, em uma volta completa.

O campo magnético criado pelo ímã é constante, embora varie de um local para outro na região em seu redor. Quando o ímã gira, faz girar também seu campo, que varia na região onde está a espira. Isso pode ser visualizado pela variação de suas linhas de campo.

Da situação **a** para a situação **b**, na figura 19, o campo magnético onde está a espira diminui de intensidade. De acordo com as leis de Faraday e de Lenz, essa diminuição induz uma corrente elétrica na espira, com sentido tal que cria um campo magnético oposto à variação do campo indutor (campo do ímã). A corrente induzida na espira nessa etapa aumenta até atingir um valor máximo.

Da situação **b** para a situação **c**, o campo magnético criado pelo ímã aumenta de intensidade na região da espira fixa, e o polo que se aproxima dela é oposto ao da situação **a**. Novamente surge uma corrente induzida, que cria um campo que se opõe a esse aumento da intensidade do campo indutor.

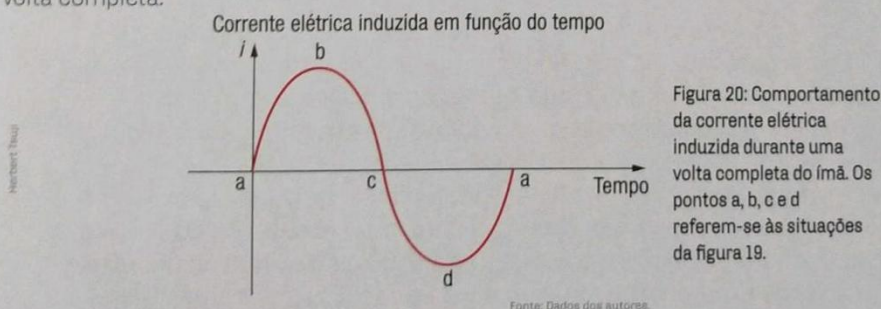
Nessa etapa, a corrente induzida diminui do valor máximo até zero. De **a** para **b** o sentido da corrente é o mesmo que de **b** para **c**. Nessa meia-volta, a corrente induzida aumenta de zero até um máximo, depois começa a diminuir e volta a zero.

Da situação **c** para a situação **d**, o campo magnético do ímã diminui de intensidade na região da espira, mas o polo que se aproxima dela é oposto ao da situação **b**. Nesse trecho, a corrente induzida na espira aumenta de intensidade.

Finalmente, de **d** até **a** o campo magnético volta a aumentar de intensidade na região da espira e a corrente nela induzida diminui até chegar a zero.

Assim, a corrente elétrica induzida em uma volta completa varia em intensidade e sentido de acordo com o aumento ou a diminuição do campo do ímã na região da bobina e também com o polo magnético do ímã que se aproxima. O resultado é que, em uma volta completa do ímã, a corrente elétrica induzida inverte seu sentido nas posições **c** e **a**, aumentando e diminuindo de intensidade a cada meia-volta.

O gráfico da figura 20 representa as variações na corrente elétrica induzida na espira em uma volta completa.



Como esse processo se repete a cada volta completa do eixo, dizemos que a corrente elétrica induzida é uma **corrente alternada** (ou que a tensão elétrica induzida é alternada, no caso de um circuito aberto). O número de voltas do eixo e o número de pares de polos do campo magnético do circuito fixo ao eixo determinarão a frequência de alternância da corrente induzida. Por exemplo: se o eixo do gerador representado na figura 19 leva um segundo para dar uma volta completa, a frequência da corrente induzida é de 1,0 hertz.

Nas grandes usinas, o eixo do gerador leva 1,5 segundo para dar uma volta completa. O circuito preso ao eixo tem quarenta pares de polos magnéticos quando alimentado por uma corrente elétrica. Esses dois fatores produzem uma corrente elétrica induzida com frequência de 60 hertz.

AULA 4

Introdução: Os aparelhos que utilizam energia elétrica fazem a conversão desta forma de energia em diversas outras. Entretanto, existem três categorias de aparelhos: os que produzem calor, os que produzem movimento e os que produzem comunicação. Neste momento, serão explorados estes tipos de aparelhos e seus desempenhos utilizando a energia elétrica.

Conteúdo específico: Tipos de aparelhos elétricos

Conteúdo privilegiado: consumo de energia elétrica, potência elétrica e tensão elétrica.

Duração: 250 minutos

Objetivos:

- Reconhecer os diversos tipos de aparelhos elétricos;
- Observar os dados nominais de um aparelho elétrico e seu desempenho;
- Refletir sobre o consumo de energia elétrica nos diversos aparelhos e seu uso racional;

Problematização inicial:

Neste momento inicial, será comentado sobre o uso dos diversos aparelhos domésticos que utilizam energia elétrica com os educandos. Ao focar no funcionamento do chuveiro elétrico, serão feitos os seguintes questionamentos: Como que o chuveiro elétrico aquece a água do banho? Que partes deste aparelho são importantes para que ele desempenhe sua função? Todos os aparelhos elétricos utilizam a energia elétrica da mesma maneira?

Organização do conhecimento:

Feito a problematização inicial, os estudantes receberão o texto 'Carta a uma senhora' de Carlos Drummond de Andrade. O texto apresenta uma diversidade de aparelhos que uma garotinha lista pretendendo presentear sua mãe. Assim, os educandos terão que: a) classificar esses aparelhos de acordo com suas finalidades, **produzir calor, movimento ou comunicação**, construindo uma tabela; b) dentro dessa classificação, eles deverão indicar como elas influenciam as atividades sociais: trabalho, lazer, economia, estudos, política etc; c) reescrever essa carta dentro do contexto atual e de acordo com as necessidades que eles possuem; d) ao compararem o texto original e o texto por eles produzido, os educandos deverão

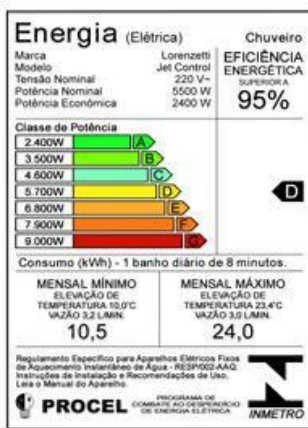
pontuar como as necessidades atuais podem ter contribuído para direcionar a ciência e a tecnologia de lá para cá; e) se posicionar quanto à acessibilidade destes aparelhos para eles e para a sociedade brasileira em geral. (Anexo 1)

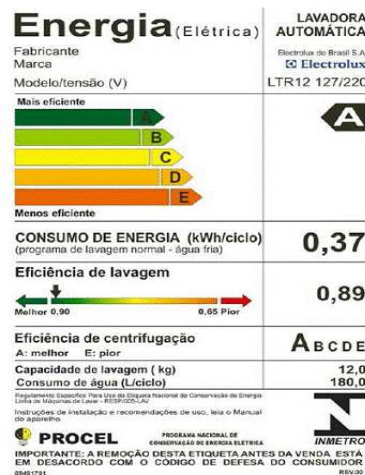
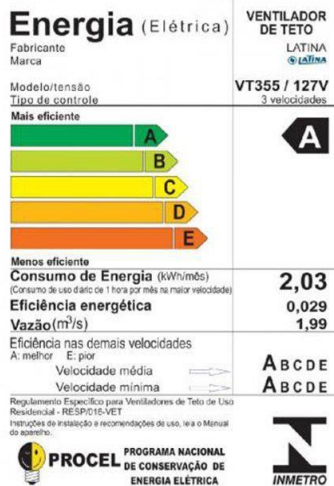
Aplicação do conhecimento:

No final desta aula, os estudantes receberão imagens com dados nominais de alguns aparelhos elétricos os quais serão comparados entre si e explorado seus dados e consumo de energia.

Atividade:

Observem as imagens seguintes que trazem dados nominais de alguns aparelhos elétricos:





Após formar grupos de três a quatro integrantes discutam sobre as seguintes questões:

- Qual a intenção do INMETRO ao determinar estas etiquetas aos aparelhos eletroeletrônicos?
- Qual o significado das cores nas setas e a relação delas com os gastos de energia?
- Quais destes aparelhos são os que consomem mais energia? Por quê? Como podemos minimizar o gasto de energia nestes aparelhos no nosso uso cotidiano?
- Por que os chuveiros apresentam os dois dados: Potência Nominal e Potência Econômica? O que eles significam?
- Quais os critérios que você e sua família utilizam para adquirir um aparelho elétrico? Existe o hábito de pensar sobre o uso e o gasto desnecessário de energia elétrica?
- Você já havia verificado estas etiquetas do INMETRO antes? Como elas poderão ser úteis para você e para a sociedade?

Recursos Didáticos:

- * Texto 'Carta a uma senhora'
- * Imagens com dados nominais de aparelhos elétricos
- * Simuladores Phet e Consumo de Energia

Anexos:

1 Texto: Carta a uma senhora

A garotinha fez esta redação no ginásio:

"Mamy, hoje é dia das Mães e eu desejo-lhe milhões de felicidades e tudo mais que a Sra. sabe. Sendo hoje o dia das Mães, data sublime conforme a professora explicou o sacrifício de ser Mãe que a gente não está na idade de entender mas um dia entenderemos, resolvi lhe oferecer um presente bem bacaninha e fui ver as vitrinas e li as revistas.

Pensei em dar à Sra. o radiofono Hi-Fi de som estereofônico e caixa acústica de 2 alto-falantes amplificador e transformador mas fiquei na dúvida se não era preferível uma tv legal de cinescópio multirreacionário som frontal, antena telescópica embutida, mas o nosso apartamento é um ovo de tico-tico, talvez a Sra. adorasse o transistor de 3 faixas de ondas e 4 pilhas de lanterna bem simplesinho, levava para a cozinha e se divertia enquanto faz comida. Mas a Sra. se queixa tanto do barulho e dor de cabeça, desisti desse projeto musical, é uma pena, enfim trata-se de um modesto sacrifício de sua filhinha em intenção da melhor Mãe do Brasil.

Falei de cozinha, estive quase te escolhendo o grill automático de 6 utilidades porta de vidro refratário e completo controle visual, só não comprei-o porque diz que esses negócios eletrodomésticos dão prazer uma semana, chateação o resto do mês, depois enconsta-se eles no armário da copa. Como a gente não tem armário da copa, me lembrei de dar um, serve de copa, despensa e bar, chapeado de aço tecnicamente subdesenvolvido. Tinha também um conjunto para cozinha de pintura porcelanizada fecho magnético ultra-silencioso puxador de alumínio anodizado, um amoreco. Fiquei na dúvida e depois tem o refrigerador de 17 pés cúbicos integralmente utilizáveis, congelador cabendo um leitão ou peru inteiro, esse eu vi que não cabe lá em casa, sai dessa!

Me virei para a máquina de lavar roupa sistema de tambor rotativo mas a Sra. podia ficar ofendida de querer acabar com a sua roupa lavada no tanque, alvinha que nem pomba branca, Mamy esfrega e bate com tanto capricho enquanto eu estou no cinema ou tomo sorvete com a turma. Quase entrei na loja para comprar o aparelho de ar condicionado de 3 capacidades, nosso apartamentinho de fundo embaixo do terraço é um forno, mas a Sra. vive espirrando, o melhor é não inventar moda.

Mamy, o braço dói de escrever e tinha um liquidificador de 3 velocidades, sempre quis que a Sra. não tomasse trabalho de espremer a laranja, a máquina de tricô faz 500 pontos, a Sra. sozinha faz muito mais. Um secador de cabelo para Mamy! gritei, com capacete plástico mas passei adiante, a Sra. não é desses luxos, e a poltrona anatômica me tentou, é um estouro, mas eu sabia que minha Mãezinha nunca tem tempo de sentar.

Mas o quê? Ah sim, o colar de pérolas acetinadas, caixa de talco de plástico perolado, par de meias, etc. Acabei achando tudo meio chato, tanta coisa para uma garotinha só comprar e uma pessoa só usar, mesmo sendo a Mãe mais bonita e merecedora do Universo. E depois, Mamy, eu não tinha nem 20 cruzeiros, eu pensava na véspera deste Dia a gente recebesse não sei como uma carteira cheia de notas amarelas, não recebi nada e te ofereço este beijo bem beijado e carinhosão de tua filhinha Isabel".

AULA 5

Introdução: No segundo encontro será feito uma reflexão sobre como a energia elétrica é produzida. Assim, será discutida sobre as diversas formas de se produzir energia elétrica no Brasil e no mundo apresentando suas vantagens e desvantagens.

Conteúdo específico: A produção de energia elétrica.

Conteúdo privilegiado: As matrizes de energia elétrica no Brasil e no mundo e seus impactos.

Duração: 100 minutos

Objetivos:

- . Reconhecer os diversos tipos de produção de energia elétrica;
- . Observar como alguns países desenvolveram suas matrizes energéticas;
- . Estabelecer relações entre as matrizes energéticas de cada país apresentado, o seu desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e os impactos ambientais;
- . Refletir sobre a busca de promover a produção de energia elétrica optando por formas que causem baixo impacto no meio ambiente.

Problematização inicial:

Este momento se iniciará refletindo como utilizamos a energia elétrica nas diversas atividades diárias, como usos domésticos, no trabalho, no lazer etc. Em seguida será comentado que a energia elétrica utilizada é produzida num determinado local antes de termos acesso a ela. Assim, será feita a seguinte pergunta: De onde vem a energia elétrica que você utiliza no seu dia a dia? Onde os alunos responderão em grupos e as respostas serão socializadas com a turma.

Organização do conhecimento

Após a discussão sobre a pergunta realizada na etapa da problematização inicial, será apresentado aos estudantes um infográfico que indica a matriz de produção de energia elétrica de alguns países, principalmente no continente americano. Depois de analisar estas matrizes, será feito os seguintes questionamentos:

a) Você consegue identificar países que tem uma matriz elétrica parecida com a do Brasil? E alguns que tem uma matriz bem diferente? Cite alguns exemplos.

b) Qual a matriz energética ideal? Por quê?

Em seguida, os educandos serão conduzidos ao laboratório de informática onde cada equipe receberá um tipo de usina (hidrelétrica, termoelétrica, nuclear, solar e eólica) e fará uma pesquisa na internet descrevendo o princípio de produção de

energia de cada uma, a porcentagem de utilização no Brasil e os impactos que a mesma produz no meio ambiente.

Aplicação do conhecimento:

Ao final desta aula, será proposta uma atividade adaptada do ENEM 2010 onde se pretende construir uma estação para a geração de energia elétrica para abastecer uma pequena cidade. Os estudantes discutirão o melhor tipo de produção de energia para aquela localidade respeitando as características sociais e econômicas, bem como, os impactos ambientais para aquela região em grupos.

Atividade:

Em grupo de três a quatro integrantes leia a questão seguinte:

Questão adaptada ENEM 2010

Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão abastecerá apenas o município apresentado.

Após leitura da questão, discuta com o grupo qual a forma de obtenção de energia é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental?

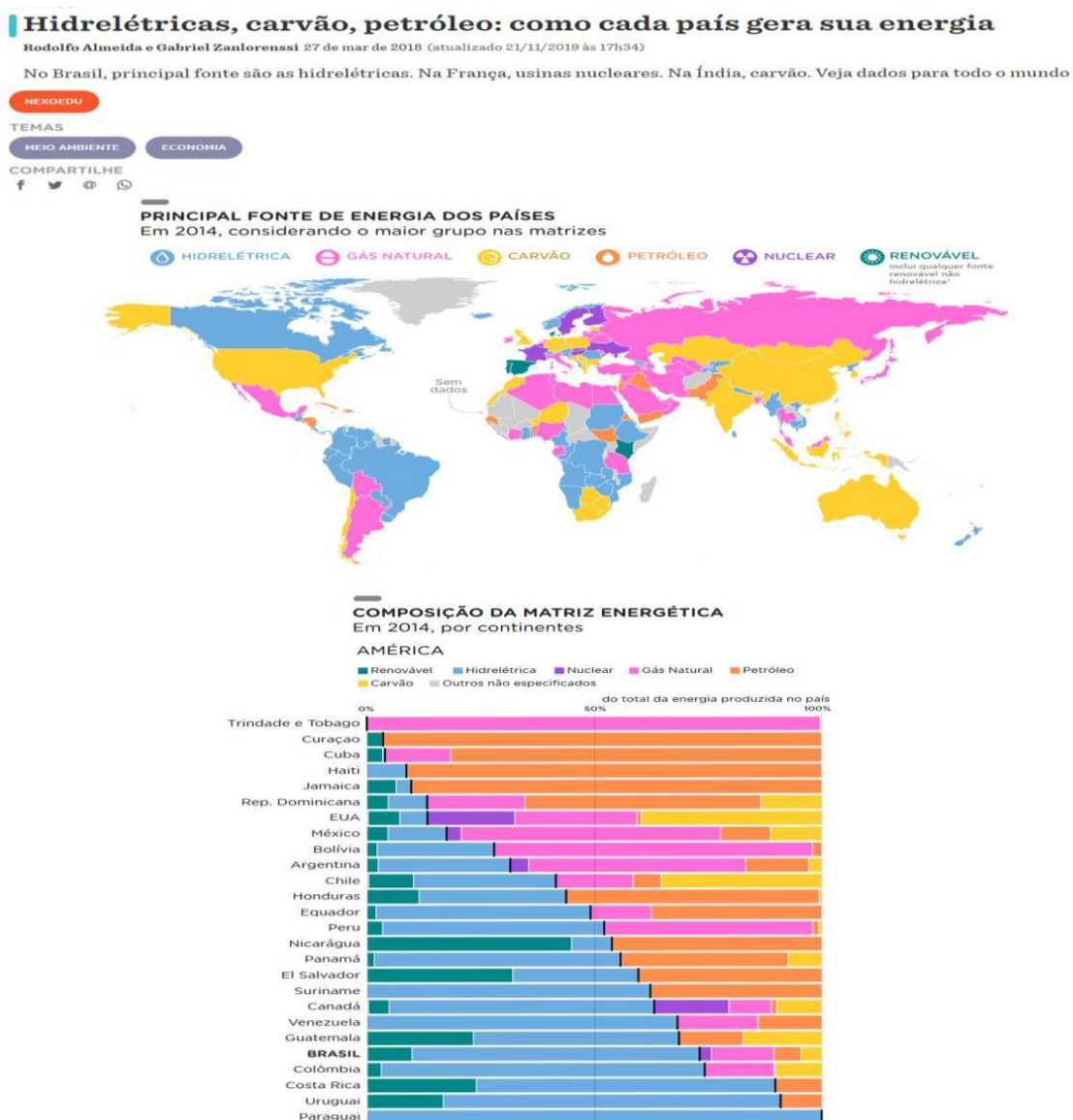
Sugestão: Nesta questão, assim como na atividade 16, p.174, é possível explorar o gasto de energia elétrica através da relação matemática entre a potência dissipada e o tempo de uso dos aparelhos e instrumentos elétricos ($E=P.\Delta t$).

Recursos Didáticos:

- * Infográficos;
- * Computadores e internet;
- * Cartazes.

Anexos:

1) Infográfico: Matrizes energéticas de alguns países:



AULA 6

Introdução: O sonho de distribuir energia elétrica para Nova York vira realidade e se difunde em todo o mundo. Entre os vários pesquisadores e inventores destaca-se Nicola Tesla no final do século XIX. O processo de distribuição da energia elétrica conta com uma ampla estrutura que dá condições para que esta energia saia do seu local de produção e chegue até as nossas casas. Nesta aula os estudantes

poderão conhecer este processo fazendo uma visita a Companhia Campolarguense de Energia.

Conteúdo específico: Transmissão e distribuição de energia elétrica

Conteúdo privilegiado: Processos de controle da energia elétrica da fonte produtora até o uso na sociedade.

Duração: 250 minutos.

Objetivos:

- Reconhecer as diversas fases no processo de transmissão e distribuição;
- Observar os processos utilizados para controlar a energia elétrica;
- Refletir sobre as fraudes que usuários fazem no sistema de distribuição de energia elétrica para captar esta forma de energia sem pagar.

Problematização inicial:

Este momento se iniciará por meio de retomadas sobre as invenções de Nicola Tesla que proporcionaram a distribuição da energia para distâncias maiores. Em seguida, os educandos serão instigados com os seguintes questionamentos: Você tem ideia de como acontece o processo de distribuição da energia elétrica desde a sua produção numa usina até a chegada em sua casa? Tente fazer um esquema e explicar este processo.

Organização do conhecimento:

Neste momento os educandos farão uma visita ao bairro observando a estrutura que permite a distribuição da energia elétrica. De posse de seus celulares, eles tirarão fotos dos componentes desta estrutura e caso não saibam do que se trata, serão orientados a aguardar até o momento seguinte.

Ao destacar os equipamentos que compõe a rede de transmissão de energia elétrica os estudantes serão provocados a discutir sobre ligações clandestinas que são feitas sem autorização da companhia fornecedora que atende o município: os conhecidos como 'gatos'. Nesta discussão será comentado sobre os motivos que levam as pessoas a fazerem isso, as consequências para a segurança de quem opera a rede transmissão sem conhecimento técnico e consequências para a população em geral.

Em seguida, os estudantes farão uma visita a Companhia Campolarguense de Energia. Esta visita pré-agendada e combinada com os palestrantes do local proporcionará uma visão de como a energia elétrica é conduzida, desde a sua produção na usina hidrelétrica de Itaipu até o município de Campo Largo.

Aplicação do conhecimento:

Ao término desta aula, será discutido novamente com os alunos sobre o problema das ligações clandestinas de energia elétrica, os populares 'gatos'. Assim serão feitas novas provocações sobre o assunto ao se trabalhar o texto 'Em bairros nobres e na periferia, 'gatos' na rede elétrica encarecem as contas de luz em 5%' do jornal Estado de Minas Gerais destacando também a realidade da cidade de Campo Largo.

Recursos Didáticos:

* Texto 'Em bairros nobres e na periferia, 'gatos' na rede elétrica encarecem as contas de luz em 5%'.

Anexos:

Em bairros nobres e na periferia, 'gatos' na rede elétrica encarecem as contas de luz em 5%

Irregularidades detectadas em 29,5% dos 115 mil medidores de energia fiscalizados em seis meses elevam as contas de luz, além de pôr em risco fraudadores e terceiros.

Em bairros nobres, na periferia, em grandes comércios ou em pequenos bares. As ligações clandestinas e fraudes em medidores de consumo, os chamados "gatos", estão presentes em diferentes lugares das cidades mineiras, provocando prejuízos para a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e, principalmente, para os consumidores. Somente nos primeiros seis meses deste ano, 29,5% dos 115 mil medidores de energia verificados tinham irregularidades. E elas pesam no bolso de quem paga as tarifas corretamente. A cada R\$ 100 gastos na conta, R\$ 5 representam custos dos "gatos". Para coibir essa prática criminoso, uma operação foi realizada no Centro de BH.

Os gatos vêm sendo feitos de maneiras inusitadas. Alguns, puxam a energia diretamente da rede da Cemig, outros fazem uma intervenção no medidor para o aparelho registrar valores menores. "A questão das ligações irregulares tem aumentado ao longo do tempo, mas a Cemig vem intensificando as inspeções e verificações para neutralizar e minimizar as fraudes. Elas causam um prejuízo para a empresa e a sociedade. A estimativa é de que a conta poderia ficar 5% mais baixa, caso não houvesse esse tipo de ligação irregular", explicou Armando Fernandes Rocha, engenheiro de controle de perdas comerciais da Cemig.

Na tentativa de coibir a prática, somente nos seis primeiros meses de 2019, 115 mil medidores de energia passaram por vistoria. Em 34 mil foram encontradas irregularidades. "A Cemig tem um centro de inteligência que monitora todos os clientes. Então, em caso de qualquer anomalia ou situação que gera alerta, enviamos equipe a campo", informou o engenheiro.

Ontem, irregularidades voltaram a aparecer em vistoria e fiscalização feitas pela Cemig no Hipercentro de Belo Horizonte com foco em cerca de 200 medidores, entre estabelecimentos

comerciais e residenciais da região. Uma delas foi flagrada na Rua Curitiba, onde os técnicos não encontraram o relógio de medição de consumo de uma barbearia. De acordo com a assessoria de imprensa da Cemig, oficialmente o local estava desligado desde dezembro de 2018. Na manhã de ontem, os técnicos encontraram uma ligação direta, sem a presença do relógio.

responsável pela barbearia, José Luiz de Andrade, disse que desconhece a situação e não sabe do paradeiro do equipamento. Segundo ele, as contas chegam normalmente e, por isso, vai procurar saber o que ocorreu. A Cemig cortou a energia do estabelecimento e, de acordo com a companhia, o fornecimento só será retomado depois que o responsável pagar o que era devido conforme uma média de até 36 meses a ser considerada no período em que o consumo era regular.

Outras irregularidades também foram flagradas no Hipercentro, como em um restaurante da Rua dos Caetés em que a fraude foi praticada ainda na parte subterrânea da estrutura da Cemig. Além do pagamento do que foi furtado com base em uma média do período de consumo regular, o “gato” pode levar a outras penas. Ele é considerado crime, de furto, punível pelo artigo 155 do Código Penal. A pena varia de um a oito anos de reclusão, de acordo com as características do crime, além de multa.

RISCO DE MORTE

O problema vai ainda além do crime e das perdas financeiras para a companhia e para a população. As ligações clandestinas podem levar risco aos próprios infratores e a terceiros. Há registros de pessoas que perderam a vida ou sofreram queimaduras graves ao tentar fazer “gatos”. “Qualquer intervenção no sistema elétrico da Cemig é um risco muito grande. A pessoa inabilitada que atua nos padrões de energia ou na rede pode vir a ser mutilada, sofrer queimaduras e até morrer. Já temos casos registrados de óbitos de pessoas que tentavam fazer ligação clandestina”, comentou o engenheiro.

Jornal Estado de Minas Gerais. 23/07/2019.

AULA 7

Introdução: A energia elétrica consumida no Brasil é majoritariamente produzida por usinas hidrelétricas. Todavia, essa forma de produção possui prós e contras que devem ser discutidos pela sociedade garantindo a instrumentação dos indivíduos nas possíveis tomadas de decisões. Nesta última aula os estudantes farão esta reflexão.

Conteúdo específico: Produção de energia elétrica nas usinas hidrelétricas.

Conteúdo privilegiado: Benefícios e malefícios da produção de energia elétrica no Brasil.

Duração: 100 minutos

Objetivos:

Reconhecer a importância das usinas hidrelétricas na matriz energética brasileira;

0. Observar como esta forma de produção impacta a vida das pessoas e o meio ambiente;
1. Refletir sobre os benefícios e malefícios produzidos pelas usinas hidroelétricas na sociedade.

Problematização inicial:

Esta problematização se iniciará comentando com os estudantes que os processos de produção de energia elétrica apresentam pontos negativos e positivos. Desta maneira, será proposto a eles a seguinte pergunta: Quais as formas de produção de energia que mais impactam o meio ambiente?

Organização do conhecimento:

Depois da problematização inicial serão fornecidos dois textos aos estudantes que tratam sobre os pontos positivos e negativos da construção de duas usinas hidrelétricas brasileiras: a usina de Itaipu e a usina de Belo Monte. Isso permitirá uma discussão e reflexão sobre os benefícios e malefícios desta forma de produção.

Em seguida será proposto a organização da turma para a produção de um júri simulado. Neste júri, os educandos e pesquisador farão a composição dos elementos de um júri: juiz, advogados de defesa, promotoria, jurados. O réu será a usina hidrelétrica a ser julgada por supostos impactos ambientais que venha cometendo no meio ambiente. Desta forma, os prós e contras dos processos de produção das usinas hidrelétricas serão postos à discussão pelo grupo.

Aplicação do conhecimento:

Ao término desta aula será proposta uma atividade com textos que falam sobre a produção de energia elétrica por meio de usinas hidrelétricas. Os estudantes deverão analisar estes textos e produzir um vídeo (5 a 10 minutos) em grupo que apresente a situação do Brasil frente ao mundo quanto a utilização desta forma de produção apresentando os pontos positivos e negativos.

Atividade:

Em grupos de três a quatro integrantes, leiam os textos seguintes que tratam sobre a produção de energia elétrica por meio das usinas hidrelétricas:

‘As usinas hidrelétricas suprem apenas 2,5% da energia total e 15% da eletricidade produzida pela humanidade’.

‘As usinas hidrelétricas costumam gerar muitas polêmicas quando construídas, pois, se de um lado elas visam a atender as demandas energéticas, por outro, elas geram graves impactos ambientais e sociais, dos quais podemos citar a perda da vegetação em áreas de inundação; a remoção de famílias em áreas atingidas pelas barragens; a liberação de gás metano na atmosfera; e alterações nos cursos d'água utilizados pelas usinas.’

‘Apesar das muitas críticas e oposições, as usinas hidroelétricas são amplamente empregadas em países com elevado potencial hidráulico, tais como o Brasil, Estados Unidos, Rússia e China. Uma das vantagens de sua utilização em comparação com outras fontes de energia é a utilização de fonte de energia gratuita e renovável’.

‘Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH₄) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO₂ das termelétricas.’

Após a leitura façam uma discussão sobre as informações apresentadas nos textos e produzam um vídeo que apresente a situação do Brasil, comparado ao mundo, quanto a produção de energia hidrelétrica destacando os pontos positivos e negativos. O grupo deve fazer um roteiro dos assuntos tratados no vídeo produzido. Este deve ter duração de 5 a 10 minutos.

Recursos Didáticos:

* Textos ‘Itaipú Binacional’ e ‘Usina de Belo Monte’

Avaliação:

A avaliação se dará pela participação nas discussões propostas, pelas elaborações e produções nas aulas e pelo diário de bordo a ser entregue no encontro seguinte.

Anexos:

Itaipu Binacional

A Itaipu Binacional é uma entidade constituída para a operação usina hidrelétrica binacional localizada no Rio Paraná, na fronteira entre o Brasil e o Paraguai.

A Itaipu Binacional é uma entidade binacional pertencente à República Federativa do Brasil e à República do Paraguai. Foi constituída pelo Tratado de Itaipu para a operação da usina hidrelétrica.

A construção da Itaipu Binacional começou em 1974. Logo chegaram trabalhadores das mais diversas regiões do Brasil para auxiliar na construção da usina hidrelétrica.

Entre 1975 e 1978, mais de 9 mil moradias foram construídas nas duas margens do rio Paraná para abrigar os homens que atuam na obra. Na época, Foz do Iguaçu era uma cidade com apenas duas ruas asfaltadas e cerca de 20 mil habitantes, em dez anos, sua população passou para 101.447 habitantes.

Para se ter uma noção da dimensão que foi a posterior construção da barragem, em um único dia de 1978 foram lançados mais de 7.000 metros cúbicos de concreto, utilizando aproximadamente 7 cabos aéreos.

A grandeza dos materiais não se encerra aí, pois em 1980, mais de 20 mil caminhões levaram materiais para a construção da usina.

Nos anos 1980, foram contratadas mais de 40 mil pessoas para trabalharem nas obras e nos escritórios, incluindo profissionais de diversas áreas.

Para abrigá-los, foram construídas próximas à usina hospitais, casas, escolas e outras instituições sociais, que basicamente configurou uma pequena cidade em prol de uma hidrelétrica.

Os impactos ambientais causados com a construção da usina de Itaipu

Em 1982 a barragem foi finalizada e o desvio do rio foi fechado para que fosse possível formar o reservatório. Mas como toda construção humana sobre um ambiente natural causa impactos ambientais, foi necessário realizar mais alguns trabalhos, um dos mais importantes ficou conhecido como Mymba Kuera (Pega-Bicho) em tupi-guarani, isto é, mais de 36 mil animais foram resgatados nesta intervenção para que não morressem.

Populações indígenas e ribeirinhas que se encontravam próximas às áreas também tiveram que ser retiradas do local e sofreram processo de realocação.

Em 5 de novembro de 1982, Brasil e Paraguai inauguraram a usina hidrelétrica de Itaipu Binacional. E embora o acordo para a sua construção tenha sido entre ministros ligados ao poder público, a Itaipu Binacional não é uma empresa ligada ao setor estatal e sim ao setor privado.

Itaipu Binacional, recorde em geração de energia

A Itaipu Binacional, operadora da usina, é a líder mundial em produção de energia limpa e renovável, tendo produzido mais de 2,5 bilhões de megawatts-hora (MWh) desde o início de sua operação.

Em termos de recorde anual de produção de energia, a usina de Itaipu ocupa o primeiro lugar ao superar seu próprio recorde que era de 98,6 milhões de MWh.

Em 2016, a usina de Itaipu Binacional realizou um feito histórico ao produzir, em um único ano, mais de 100 milhões de MWh de energia limpa e renovável. No total, em 2016, foram produzidos 103.098.366 MWh de energia.

Em 2017, um novo recorde de produção. A usina binacional teve o melhor janeiro de todos os tempos, colocando quase 3% de vantagem sobre o mesmo período do ano anterior, até então o melhor primeiro mês do histórico de quase 33 anos de operação. Foram 8,74 milhões de MWh ante 8,5 milhões MWh.

Toda essa produção seria suficiente para atender o Estado de São Paulo por 23 dias. Já a cidade do Rio de Janeiro seria abastecida por quase seis meses e o Estado do Paraná por três meses e meio.

Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/itaipu-binacional>.

Usina de Belo Monte

A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte no curso do Rio Xingu vem gerando muita polêmica no que diz respeito à questão ambiental e à questão energética. De um lado, as populações tradicionais e as indígenas, bem como ativistas e grupos ambientalistas que questionam os impactos da construção dessa usina; de outro, o governo e outros ativistas que defendem a sua construção em prol do aumento da produção de energia no país e o fim dos temores de uma eventual crise energética. Uma vez concluída, Belo Monte se tornaria a segunda maior usina hidrelétrica do país, a maior 100% brasileira e a terceira maior do mundo, segundo dados do Governo Federal.

As Características do Projeto

A Usina de Belo Monte está sendo construída ao longo do leito do Rio Xingu, na região norte do país, próxima à cidade de Altamira (PA) e custará cerca de R\$ 25 Bilhões. Sua construção envolve a elaboração de três sítios: Belo Monte, Bela Vista e Pimental. No sítio Pimental, serão implantados o vertedouro e o barramento, no sítio Belo Monte ficará a Casa de Força Principal e, no sítio Bela Vista, será instalado um vertedouro complementar.

A projeção da geração de energia máxima é de 11.233 megawatts (MW), entretanto, a produção da usina irá variar ao longo do ano, conforme as oscilações do nível das águas do Rio Xingu, de forma que a produção mínima não deve passar dos 4.751MW. O canal de derivação da usina (o curso d'água formado para levar água do vertedouro para a casa de força principal) será de 130 m de largura, 20 km de extensão e 27 m de profundidade.

A previsão do início da produção de energia é para fevereiro de 2015 e apenas 3,2% da energia produzida será destinada ao Pará, o restante será ofertado para o resto do país, principalmente para indústrias produtoras de alumínio.

Críticas e protestos contra a construção da usina

A polêmica gerada em torno da construção da usina reside nos impactos ambientais por ela causados, bem como o fato de as barragens e as construções afetarem diretamente a morada de grupos indígenas e populações ribeirinhas.

Diversos grupos ambientalistas alertam para os impactos causados pela construção da hidrelétrica no vale do Xingu. Cerca de 100 km do trecho do rio terão sua vazão reduzida e poderão até secar. Outra preocupação é com relação à manutenção das florestas, visto que parte delas está sendo destruída durante as obras, outra parte será inundada pela barragem e, com a chegada de imigrantes e trabalhadores para a obra, mais devastação poderá acontecer. Além disso, as comunidades alertam que os impactos ambientais da obra não foram totalmente estudados e esclarecidos.

Comunidades tradicionais, também preocupadas com o meio ambiente, terão suas vidas profundamente alteradas na região. Parte da barragem no sítio Pimental impedirá a navegação de populações ribeirinhas e de índios, além de contribuir para a formação de pequenos lagos com água parada, que poderão contribuir para a difusão de doenças, como a Malária.

Parte dessa população deverá ser remanejada de suas áreas de ocupação original, o que não é aceito por ela, uma vez que a região onde se encontra guarda os seus recursos, a sua história e as suas tradições culturais.

Para somar a essas críticas, grupos ambientalistas, como o Greenpeace, argumentam contra a necessidade da construção da usina, haja vista que ela não deverá atingir a capacidade máxima de produção prevista pelo governo e não gerará energia que justifique seu investimento.

Os protestos contra a construção de Belo Monte já ganharam repercussão internacional, ganhando respaldo de personalidades como James Cameron, diretor de filmes como Avatar e Titanic, e que prometeu realizar um documentário sobre a construção da usina.

As obras da Usina de Belo Monte, que foi idealizada na década de 1980, já foram interrompidas várias vezes desde o início de sua construção em junho de 2011, em decorrência de

protestos e ocupações realizadas por índios e ambientalistas, e também por intervenções do Tribunal Regional Federal e do Ministério Público. Entretanto, atualmente, as obras estão em pleno funcionamento.

Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/usina-belo-monte.htm>

AULA 8

Encerramento da Sequência

Neste momento final propõe-se a fazer o encerramento das atividades propostas nesta sequência. Após todas as reflexões, leituras e discussões sobre o tema energia elétrica relacionado às práticas científicas, tecnológicas e sociais propõe-se este desfecho onde os educandos podem colocar seus pontos de vista sobre o que aprenderam e como mudaram suas concepções.

Assim, é proposto uma mesa redonda onde os estudantes poderão externar suas impressões e posições quanto as atividades desenvolvidas em todo o percurso da sequência didática permitindo um espaço de apresentação de ideias, posicionamentos e críticas.

Nesta hora, torna-se propício também a avaliação dos trabalhos abrindo possibilidades de melhorias, revisão de conteúdos e métodos e novos rumos para implementações futuras.

REFERÊNCIAS (Sequência Didática)

ACESSO UNIVERSAL A ENERGIA: MUITO MAIS QUE ELETRICIDADE. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2018/05/18/sustainable-development-goal-7-energy-access-all>. Acesso em: 13 mar. de 2021.

ALMEIDA R.; ZANLORENSSI G. Hidrelétricas, carvão, petróleo: como cada país gera sua energia. 21 de novembro de 2019. **Nexo Jornal**. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/grafico/2018/03/27/Hidrel%C3%A9tricas-carv%C3%A3o-petr%C3%B3leo-como-cada-pa%C3%As-gera-sua-energia>. Acesso em: 18 jan. 2020.

ALVES, R. F. Exercícios sobre energia hidrelétrica. **Exercícios Mundo Educação**. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-geografia/exercicios-sobre-energia-hidreletrica.htm>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ARAGUAIA, M. Juri Simulado: Clones. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/juri-simulado-clones.htm>. Acesso em: 1 fev. 2020.

BERNARDES, L. Itaipu Binacional. **Todo Estudo**. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/itaipu-binacional>. Acesso em: 1 fev. 2020.

PENA, R. F. A. Usina de Belo Monte. **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/usina-belo-monte.htm>. Acesso em: 25 jan. 2020.

CONHEÇA COMUNIDADES QUE NÃO TEM ENERGIA ELÉTRICA. VOCÊ VIVERIA SEM? Canal Azul Filmes. **Youtube**: Setembro de 2017, 10 min. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nRweMD6Y4Ko>. Acesso em: 18 jan. 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DETERS, O. Chuveiro elétrico uma invenção brasileira. **Linked In**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/chuveiro-el%C3%A9trico-uma-%C3%A7%C3%A3o-brasileira-odair-deters>. Acesso em: 02 fev. 2021.

FILHO, A. G.; TOSCANO, C. Geração de energia elétrica em usina e sua distribuição. **Física – Interação e Tecnologia**. São Paulo: Leya, 2013.

GERADOR ELÉTRICO CASEIRO (LEI DE FARADAY). Universo da Física. **Youtube**: Outubro de 2015, 7min23s. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=yeX0v-a5Duw&t=8s>. Acesso em: 19 jan. 2020.

GRAF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física sob a Coordenação de Luiz Carlos Menezes, João Zanetic e Yassuko Hosoume. Física-3, Eletromagnetismo. 3. ed., São Paulo: **Edusp**, 1998. Disponível em <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro1.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2020.

HISTÓRIA DA ELETRICIDADE – A ERA DA INVENÇÃO. **Youtube**: Novembro de 2011, 58min42s. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=8NN880JDP8M&t=501s>. Acesso em: 19 jan. 2020.

INSTITUTO CLIMA E SOCIEDADE. Quem ainda não tem acesso a energia elétrica no Brasil? 14 de Abril de 2019. **Catraca Livre**. Disponível em: <https://catracalivre.com.br/cidadania/quem-ainda-nao-tem-acesso-a-energia-eletrica-no-brasil/>. Acesso em: 13 out. 2019.

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. **Revista Ciência Hoje**. V. 45, n.º 265, 2009. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-geografia/exercicios-sobre-energia-hidreletrica.htm>. Acesso em: 20 mar. 2020.

PARANAIBA, G.; VALE, J.H. Em bairros nobres e na periferia, 'gatos' na rede elétrica encarecem as contas de luz em 5%. 27 de julho de 2019. **Jornal Estado de Minas Gerais**. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/07/23/interna_gerais,1071628/gatos-na-rede-eletrica-encarecem-as-contas-de-luz-em-5.shtml. Acesso em: 25 jan. 2020.

QUESTÃO Enem 2010. **Globo.com**. Disponível em: <http://educacao.globo.com/provas/enem-2010/questoes/89.html>. Acesso em: 19 jan. 2020.

EXERCÍCIOS CORRENTE ELÉTRICA. **Infoescola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/corrente-eletrica/exercicios/>. Acesso em: 19 jan. 2020.

VESENTINI, J. W. *Geografia: o mundo em transição*. São Paulo: **Ática**, 2012. p. 78. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-geografia/exercicios-sobre-energia-hidreletrica.htm>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Por