

COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,
EXTENSÃO E CULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM PRÁTICAS DE
EDUCAÇÃO BÁSICA

Albert Paiva Salles

ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DA ABORDAGEM CTS:
Uma proposta de sequência didática contextualizada pela História da
Ciência

Rio de Janeiro
2024

Albert Paiva Salles

ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DA ABORDAGEM CTS:
Uma proposta de sequência didática contextualizada pela História da Ciência

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Práticas de Educação Básica.

Orientador: Professor Dr. Edgar Miranda da Silva

Rio de Janeiro
2024

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

S168 Salles, Albert Paiva
Ensino de física a partir da abordagem CTS : uma proposta de sequência didática contextualizada pela História da Ciência / Albert Paiva Salles. - Rio de Janeiro, 2024.

139 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Edgar Miranda da Silva.

1. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Ciências - História. 3. Ciência, tecnologia e sociedade. 4. Sequência didática I. Silva, Edgar Miranda da. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 530.07

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Albert Paiva Salles

ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DA ABORDAGEM CTS:
Uma proposta de sequência didática contextualizada pela História da Ciência

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Práticas de Educação Básica.

Aprovado em: 17/10/2024.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Edgar Miranda da Silva (Orientador)
Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica (MPPEB)/Colégio Pedro II (CPII)

Prof.^a Dr.^a Gisele Abreu L. C. dos Santos
Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica (MPPEB)/Colégio Pedro II (CPII)

Prof.^a Dr.^a Glória Regina Pessoa Campello Queiroz
Instituto de Física Armando Dias Tavares/Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Prof. Dr. João Paulo Fernandes
Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE)/ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ)

Rio de Janeiro
2024

RESUMO

SALLES, Albert Paiva. **O Ensino de Física a partir da abordagem CTS: uma proposta de sequência didática contextualizada na História da Ciência.** 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2024.

O presente trabalho buscou compreender as contribuições da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) focada na História da Ciência (HC) para o ensino de conteúdos de Física a partir de uma sequência didática (SD) voltada à 1ª série do ensino médio. Nesse objetivo assume-se como premissa a necessidade de um ensino crítico-reflexivo à medida em que a Física é entendida como uma dimensão humana que deve ser estudada dentro do contexto social, político e econômico de uma, ou diversas épocas, impactando diretamente na compreensão do que vem a ser o “conhecimento científico” e a natureza da Ciência. O referencial teórico em que se apoiou a pesquisa trouxe contribuições sobre as tendências do Ensino de Física e do movimento CTS na educação científica em articulação com a História da Ciência. A pesquisa assumiu elementos da pesquisa-ação, por natureza qualitativa, desenvolvida em três etapas organizadas da seguinte forma: (i) planejamento, com a revisão de literatura para ampliação do referencial teórico e fundamentação da construção da SD e organização de um grupo focal com professores que avaliaram e contribuíram com a proposta piloto de SD; (ii) implementação, com a aplicação/validação do produto educacional junto aos alunos; (iii) Avaliação, a partir da Análise do Conteúdo sob a perspectiva de Laurence Bardin, para tratamento e a análise dos dados. Os sujeitos da pesquisa foram professores e alunos do primeiro ano do ensino médio, totalizando 38 participantes. Os dados foram gerados por meio de registros de áudio do grupo focal aplicado aos docentes e das rodas de conversa com os estudantes. A partir da análise dos dados gerados foi possível identificar através dos apontamentos feitos pelos professores aspectos interdisciplinares, motivacionais e contextualizadores identificados como dimensão didática do PE. Em outra dimensão emergente do GF, a sociocientífica, destacou-se a natureza da Ciência, o pensamento crítico, o trabalho alienado, a História da Ciência e a valorização do saber empírico, além do caráter de replicabilidade da proposta que foi classificado como dimensão do Produto Educacional. Todos os pontos destacados foram divididos e agrupados nas categorias mencionadas, evidenciando as contribuições para Ensino de Física e permitindo a conclusão de que a proposta de ensino apresentada, respaldada nos ideais CTS e na sua dimensão histórica da Ciência, foi capaz de auxiliar o ensino de Física promovendo conteúdos disciplinares de forma crítica, reflexiva e contextualizada por eventos que permeiam a nossa atualidade, discutindo desde a troca de matrizes energéticas até as guerras que assolam o mundo contemporâneo. Com base nos resultados da pesquisa, foi elaborado um produto educacional, caracterizado como um caderno de atividades que abarca um conjunto de três sequências didáticas para o ensino de Física com ênfase no lançamento de projéteis através de aparatos bélicos, como a catapulta e o canhão, por exemplo; recurso didático que contextualiza sociopoliticamente conteúdos Física, contribuindo para formação de alunos capazes de resolver problemas em sociedade. Desta forma consideramos que ao introduzirmos um ensino de Física com enfoque CTS contextualizado pela HC propicia-se ao estudante a oportunidade de reflexão sobre temas relacionados à Ciência, Tecnologia e suas implicações sociais, conduzindo o aluno por um caminho de criticidade que possa promovê-lo a agente ativo na Sociedade em que se insere, gerando mudanças e condições para que o estudante seja capaz de participar ativamente nos processos decisórios que envolvem o seu cotidiano.

Palavras-chave: história da ciência; CTS; ensino de Física; sequência didática.

ABSTRACT

SALLES, Albert Paiva. **O Ensino de Física a partir da abordagem CTS: uma proposta de sequência didática contextualizada na história da ciência.** 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2024.

The present study aimed to understand the contributions of the Science, Technology, and Society (STS) approach, focused on the History of Science (HS), to the teaching of Physics content through a didactic sequence (DS) designed for 1st-year high school. This objective is based on the premise that there is a need for a critical-reflective teaching approach, considering that Physics is understood as a human dimension that should be studied within the social, political, and economic context of one or multiple eras. This perspective directly influences the understanding of what constitutes "scientific knowledge" and the nature of Science. The theoretical framework supporting this research provided insights into the trends in Physics Education and the STS movement within scientific education, in conjunction with the History of Science. The research adopted elements of action research, inherently qualitative, and was developed in three organized stages as follows: (i) **Planning**, which involved a literature review to expand the theoretical framework, support the construction of the didactic sequence (DS), and the organization of a focus group with teachers who evaluated and contributed to the pilot proposal of the DS; (ii) **Implementation**, where the educational product was applied/validated with students; (iii) **Evaluation**, based on Content Analysis from the perspective of Laurence Bardin (2004), to process and analyze the data. The research subjects included teachers and first-year high school students, totaling 38 participants. Data was collected through audio recordings of discussion sessions with students and the focus group conducted with the teachers. From the analysis of the data generated, it was possible to identify, through the feedback provided by the teachers, interdisciplinary, motivational, and contextualizing aspects recognized as part of the didactic dimension of the Educational Product (EP). In another emergent dimension from the Focus Group (FG), the socio-scientific one, the nature of Science, critical thinking, alienated labor, the History of Science, and the appreciation of empirical knowledge were highlighted, along with the replicability aspect of the proposal, which was classified as a dimension of the Educational Product. All the highlighted points were divided and grouped into the mentioned categories, showcasing contributions to the teaching of Physics and allowing the conclusion that the presented teaching proposal, grounded in the CTS ideals and its historical dimension of Science, was capable of supporting Physics education by promoting disciplinary content in a critical, reflective, and contextualized manner, addressing events that resonate with our present day, from the shift in energy matrices to the wars that plague the contemporary world. Based on the research findings, an educational product was developed, characterized as an activity book encompassing a set of three didactic sequences for the teaching of Physics, with an emphasis on projectile motion using war apparatuses like the catapult and cannon, for instance. This didactic resource socio-politically contextualizes Physics content, contributing to the development of students capable of problem-solving within society. In this way, we consider that by introducing Physics education with a CTS (Science, Technology, and Society) approach contextualized through the History of Science (HS), students are provided with the opportunity to reflect on topics related to Science, Technology, and their social implications. This approach guides students towards a path of critical thinking, enabling them to become active agents within the Society they are part of, fostering changes and creating conditions for them to actively participate in decision-making processes that impact their daily lives.

Keywords: history of science; STS (science, technology, and society); Physics education; didactic sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A essência da educação CTS_____	21
Figura 2 – Pontos de convergência entre CTS e os PCNEM _____	25
Figura 3 – Relação entre CTS e os PCNEM _____	26
Figura 4 – Organograma BNCC_____	31
Figura 5 – Ciclo perpétuo entre o avanço tecnológico e o conhecimento _____	33
Figura 6 - Base estrutural do PE_____	34
Figura 7 – Quantitativo anual produção CTS internacional segundo Abreu et.al (2013) ____	52
Figura 8 – Quantitativo anual produção CTS nacional _____	52
Figura 9 – Aproximação Freire-CTS segundo Auler (2006) _____	54
Figura 10 – Uma sequência para o ensino de ciências CTS_____	56
Figura 11 – As três esferas de análise_____	61
Figura 12 – Historiografia tradicional _____	63
Figura 13 - Evolução historiográfica da Ciência _____	67
Figura 14 – Síntese da técnica de análise de conteúdos segundo Laurence Bardin _____	80
Figura 15 - Momentos que evidenciam a dinâmica de produção do PE _____	111
Figura 16 – Catapultas construídas pelos estudantes _____	114
Figura 17 – Movimento da bola _____	118
Figura 18 – Cinemática escalar e suas fórmulas_____	119
Figura 19 – Proposta de Sequência Didática _____	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas e objetivos da pesquisa _____	36
Tabela 2 – Base de dados da pesquisa de Abreu et.al (2013)_____	51
Tabela 3 – Roteiro do grupo focal _____	78
Tabela 4 – Categorias e subcategorias encontradas nas falas do GF _____	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
BSSRS – Sociedade Britânica de Responsabilidade Social na Ciência
CAAÉ – Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CESIMA – Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNEB – Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica
DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EUA – Estados Unidos da América
GF – Grupo Focal
HC – História da Ciência
HFC – História e Filosofia da Ciência
IBCC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
II GM – Segunda Guerra Mundial
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
LIED – Laboratório de Recursos Audiovisuais
MEC – Ministério da Educação e Cultura
MRU – Movimento Retilíneo Uniforme
MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado
NASTS – National Association for Science, Technology and Society
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio
PDF – Portable Document Format
PE – Produto Educacional
PLACTS – Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade
SEEDUC – Secretaria Estadual de Educação
SD – Sequência Didática
TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Situando historicamente as problemáticas do Ensino de Física	14
1.1.1 <i>Em síntese</i>	19
1.2 O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade: outros caminhos possíveis para o Ensino de Física	20
1.3 Possibilidades de articulação com as políticas educacionais	24
1.4 Questões de estudo e objetivos da pesquisa	32
1.5 Ideias iniciais do produto educacional	33
1.6 Desenho da pesquisa e organização do texto	36
2 REFERENCIAL TEÓRICO	39
2.1 Conjuntura sociotecnológica e científica indutora do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade	39
2.1.1 <i>Aspectos do Movimento CTS nos EUA</i>	43
2.1.2 <i>Aspectos do Movimento CTS na Europa</i>	46
2.1.2.1 <i>Contribuições da Teoria: dos paradigmas de Kuhn para a discussão da Natureza da Ciência no movimento CTS</i>	48
2.1.3 <i>Aspectos do Movimento CTS na América Latina e no Brasil</i>	49
2.1.4 <i>Educação CTS: abordagens e propostas curriculares</i>	55
2.2 História da Ciência: uma dimensão e abordagem CTS	59
2.2.1 <i>As abordagens da HC: Internalista e Externalista</i>	67
2.3 Revisão da literatura: articulação da abordagem CTS à HC segundo a área	71
2.3.1 <i>Aprendizagem</i>	72
2.3.2 <i>Natureza da Ciência</i>	72
2.3.3 <i>Motivação para o ensino</i>	73
2.4 Em síntese	74
3 MÉTODO	75
3.1 Planejamento	75
3.2 Implementação: aplicação Produto Educacional junto aos alunos	79
3.3 Avaliação: análise dos dados	80
3.4 Cenário empírico	82
3.4.1 <i>Participantes e aspectos éticos da pesquisa</i>	82
3.4.1.1 <i>Dos Riscos e Benefícios</i>	84

4 RESULTADOS	86
4.1 Dados do grupo focal	87
4.1.1 <i>Dimensão didática do produto educacional</i>	87
4.1.1.1 Interdisciplinaridade	87
4.1.1.2 Aspectos motivacionais	89
4.1.1.3 Ensino contextualizado, com significado para o estudante	90
4.1.2 <i>Dimensão sociocientífica</i>	92
4.1.2.1 A Ciência não neutra, atravessada pelas demandas da Sociedade	92
4.1.2.2 A Ciência promovendo o bem-estar social	94
4.1.2.3 Pensamento crítico	95
4.1.2.4 Alienação do trabalho	98
4.1.2.5 A História da Ciência	99
4.1.2.6 Valorização do saber empírico	100
4.2 Dados da sequência didática	102
4.2.1 <i>Valorização do saber empírico</i>	102
4.2.2 <i>Ensino contextualizado com significado para o estudante</i>	103
4.2.3 <i>A Ciência não neutra atravessada pelas demandas da Sociedade</i>	105
4.2.4 <i>Pensamento crítico</i>	106
4.2.5 <i>Aspectos motivacionais</i>	108
4.2.6 <i>Conteúdos específicos da disciplina de Física</i>	109
5 PRODUTO EDUCACIONAL	111
5.1 Preconcepção do Produto Educacional	113
5.1.1 <i>Proposta inicial</i>	113
5.1.2 <i>Abordagem Didática: Sequência Didática</i>	115
5.2 Pesquisa: aspectos apropriados das análises e síntese	116
5.2.1 <i>Aspectos da Abordagem CTS com foco na HC</i>	116
5.2.2 <i>Aspectos Externalistas: motivações históricas e sociopolíticas para criação do artefato tecnológico bélico</i>	117
5.2.3 <i>Aspectos Internalistas: Conhecimentos Físicos</i>	118
5.3 Prototipagem	119
5.4 Avaliação e aplicação do produto	125
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa buscou compreender as contribuições da abordagem CTS focada na História da Ciência para o ensino de conteúdos de Física a partir de uma sequência didática voltada à 1ª série do ensino médio.

As motivações da pesquisa e que me levaram a optar por esta abordagem didática tiveram sua gênese ainda durante a minha graduação, onde a mim foi ofertada uma disciplina estruturada na construção de aparatos físicos de baixo custo para o auxílio da prática docente. Desde então, utilizo deste recurso promovendo oficinas que permitam aos discentes a investigação de fenômenos físicos a partir da manipulação dos aparatos desenvolvidos/construídos. A partir dessa experiência e ao longo da minha prática docente (sou professor há 17 anos) percebi a necessidade de trazer para o convívio de sala de aula temáticas que fossem além de um ensino previsto unicamente nos conteúdos previamente estabelecidos nos currículos da disciplina. Conteúdos outros que abordassem questões capazes de suscitar no estudante a reflexão e o pensamento crítico sobre temas relacionados à Ciência e as suas Tecnologias.

Nesse propósito, fui me apropriando de discussões contemporâneas da área de Ensino de Ciências e de Ensino de Física, as quais reconhecem a necessidade de problematização da representação dos conhecimentos científico e tecnológico como elementos lineares para o avanço social, como o progresso ou bem-estar da sociedade e que reivindica o aumento de tecnologias e conhecimentos de natureza científica.

Por meio dessa demanda, entendo, que se torna importante evidenciar que a Ciência, o conhecimento científico e suas tecnologias são construções sociais desprovidas de neutralidade, “entalhadas” pelos próprios agentes formadores da sociedade, o que faz com que tais elementos culturais estejam carregados por valores sociais.

Em linhas gerais, podemos dizer que a Ciência é um modo de ver e compreender os fenômenos naturais; que a lógica e a objetividade costumam ser as bases que fundamentam sua construção; e que as proposições científicas, bem como os processos para chegar a elas, estão embrenhadas de características sócio-históricas e culturais (Sasseron, 2017, p. 10).

Avaliar de que forma a tecnologia se desdobra na sociedade e causa impactos ao meio ambiente torna-se imperativo. Passei a perceber, então, que isso exige do Ensino de Física o deslocamento do olhar, dentro da prática docente, para temas de perspectiva humanista, reformulando estigmas da disciplina, sobretudo, de ser composta por um aglomerado de

fórmulas, números, equações e teorias de grande complexidade com pouco ou nenhum significado para o estudante, como expõe Moreira (2021, p. 1):

Mas por que ocupar-se de desafios para o ensino da Física? Porque esse ensino é muito problemático. Porque os alunos não aprendem Física significativamente. Memorizam mecanicamente fórmulas, definições, respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e esquecidas logo depois.

Contudo, percebo que o Ensino de Física ainda apresenta características que se distanciam das propostas humanísticas. De acordo com Libano *et al.* (2019, p. 5), os problemas que assolam o Ensino de Física transcendem o tempo, com aulas expositivas, uso exacerbado do livro didático, ausência de boas práticas de laboratório e currículos descolados da realidade dos estudantes.

Percebe-se, por exemplo, que o currículo de Física da educação básica carrega marcas do início de sua implantação nesse segmento, com uma abordagem conteudista, baseado em aulas expositivas com pouca ou nenhuma prática experimental. A resolução exacerbada de exercícios puramente matemáticos e voltada para vestibulares ou exames de larga escala, desconectados da realidade dos estudantes, ainda faz parte da rotina das aulas.

De acordo com Moraes e Araújo (2012, p. 11), o currículo de Física, ao tentar contemplar diferentes demandas, gera um desconforto em pesquisadores da área pela falta de direcionamento, pontuando-o como obscuro, sem foco e organicidade. A falta de objetividade da disciplina de Física esbarra muitas vezes na elaboração das políticas públicas onde, durante a sua formulação, o Estado atua fortemente como agente regulador, o que pode atrapalhar a autonomia dos professores.

Ainda neste tocante, ganha destaque a evidência verificada na própria proposta dos materiais didáticos que se alinham, por muitas vezes, com a própria sequência de conteúdos proposta pelos exames vestibulares: “Os manuais didáticos vêm repletos de questões de vestibulares, valorizam muito a resolução de questões e o aspecto matemático da Física, sem atentar para elementos importantes como a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos” (Moraes; Araújo, 2012, p. 10).

Vale a pena salientarmos que alguns autores (Gaspar, 2009; Máximo; Alvarenga, 2007) sinalizam para elaboração de um material didático com novas propostas, como, por exemplo, a inserção de atividades experimentais de baixa complexidade, podendo ser realizadas pelo próprio estudante.

Em minhas reflexões sobre o processo de ensino aprendizagem, muitas vezes, percebo que esse processo ocorre na figura de um professor que centraliza em si a dinâmica

desenvolvida em sala de aula. Os muitos problemas que assolam o fazer docente, seja em relação à estrutura física do local onde exerce o seu ofício, sejam de natureza política ou vinculados a aspectos de sua formação, geram um entrave à abertura de novas possibilidades de ensino. A consequência de tal posicionamento é um Ensino de Física que se torna enfadonho para o estudante, fora do seu contexto e pautado fortemente na resolução de problemas matemáticos, o que dificulta a contemplação das diferentes faces que constituem a disciplina.

Outro problema em destaque, percebido em minhas vivências e corroborado pela literatura, é o excesso de alunos em sala de aula, um entrave à gestão da sala que gera ruídos na relação professor-aluno, sendo este último elemento essencial no processo de ensino aprendizagem.

A educação em massa, com um grande número de alunos por sala de aula, certamente dificulta a interação professor-aluno. As turmas são heterogêneas e o ambiente de aprendizagem (lugar – sala de aula) fica prejudicado com as conversas que não são pertinentes ao assunto trabalhado naquele momento. As aulas de Física, não estão sendo atraentes o suficiente, para manter a atenção do aluno e levar a uma conjugação, onde se possa crescer no conhecimento em Física (Mees, 2004, p. 104).

Diferente dessa perspectiva fui percebendo a partir da minha prática e de meus estudos que o currículo da disciplina Física deve ser pensado de modo a contemplar os seus aspectos internos (relacionados à carga de conteúdos específicos) inseridos no contexto do estudante, abordando fenômenos físicos que o ajudem a compreender melhor o mundo a sua volta, despertando um olhar crítico para Ciência e suas Tecnologias, buscando desenvolver agentes socialmente ativos e participantes dos debates e da tomada de decisão sobre temas científico-tecnológicos.

O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média (Brasil, 2018, p. 60).

Logo, entendemos que a ação docente deve voltar-se para a formação de estudantes que exerçam o seu papel social, colaborando para construção de uma sociedade mais democrática, baseada na justiça e igualdade social. Isso requer que o estudante de Física assuma o protagonismo no seu processo de ensino-aprendizagem, buscando não apenas um saber “pronto e acabado”, mas respostas derivadas da investigação que permitam a construção de um “conhecimento científico” com significado que possam contribuir para uma formação

crítica. Deste modo, o professor estará conectando o “conhecimento científico” à realidade existencial do estudante, o conduzindo através de uma trilha com significados.

Construir pontes entre a Ciência que se apresenta aos alunos e o mundo em que eles vivem é um dos propósitos da escola nos dias de hoje. Nós, professores de Ciências, devemos construir essas pontes de forma a levar a cada aluno a ver o mundo também sob a ótica científica (Sasseron, 2017, p. 9).

Contudo, esse horizonte só é possível com a superação dos obstáculos apresentados até o momento, os quais, percebo, guardam influências históricas, o que me gerou a necessidade de situá-las para delimitação da pesquisa.

1.1 Situando historicamente as problemáticas do Ensino de Física

O Ensino de Física enquanto prática social carrega características históricas oriundas das significativas mudanças pelas quais passou ao longo de sua implementação e das demandas dos dias atuais. E para entender sua constituição e propostas atuais, como dito, se fez necessário conhecer os fatores e fatos que o influenciam(ram).

Nesse sentido, destaca-se a década de 1950, onde o ensino de Ciências ganha relevância à medida que a Ciência e suas Tecnologias são vistas como indispensáveis para o desenvolvimento da sociedade, marcada por um intenso processo de industrialização, sobretudo norte-americano, trazendo mudanças significativas para o Ensino de Física brasileiro, “na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das Ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância” (Krasilchik, 2000, p. 85).

Num primeiro momento, ocorre a expansão do Ensino de Física, antes restrito ao ensino médio (como conhecemos hoje) que se dividia em dois ramos, o ensino secundário e o técnico-profissionalizante, sendo os seus conteúdos incorporados pela disciplina de Ciências também no ensino fundamental, destinado a crianças de 7 a 12 anos de idade: “Porém, foi a partir dos anos de 1950, que a Física passou a fazer parte dos currículos desde o ensino fundamental até o médio, tendo sua obrigatoriedade ocorrida em função da intensificação do processo de industrialização no país” (Rosa; Rosa, 2005, p. 4).

A segunda mudança deu-se no modo com que se dava a abordagem experimental, antes essencialmente expositiva, com propósito de observação e demonstração, exclusivamente dirigida pela figura do professor. No período que antecede a Segunda Guerra Mundial, de acordo com Rosa e Rosa (2005), estas atividades experimentais eram poucas,

essencialmente demonstrativas, centralizadas na figura do professor e constituídas por arranjos experimentais sofisticados e de alto custo.

Esse período ficou conhecido como a Era das Máquinas, cujo objetivo consistia na demonstração do fenômeno físico de modo a ilustrar a teoria.

Após a década de 1950 o aluno ganha protagonismo à medida que as práticas experimentais são dadas pela montagem de kits conferidos aos estudantes, trazendo um ensino de Ciências focado nas aulas práticas, mas ainda assumindo a postura da Ciência como atividade neutra, que não se posiciona em relação às demais esferas sócio, político, econômico, religiosa, filosófica ou qualquer outra que compõem o panorama social. Para Rosa e Rosa (2005), o fato dos alunos receberem kits experimentais e serem responsáveis por sua montagem caracteriza uma mudança radical em relação ao posicionamento antes assumido pelas aulas práticas de Física.

Embora neste momento a figura do estudante seja evidenciada em função de sua participação efetiva na montagem dos kits, ambos, professor e aluno, possuíam uma autonomia limitada em relação à exploração e manuseio do aparato experimental, pois de acordo com Rosa e Rosa (2005, p.5): “Chegavam às escolas os kits de materiais didáticos, sempre acompanhados de livros que serviam de roteiros-guia para as atividades dos professores”.

No início da década de 60, os Estados Unidos, motivados pela corrida espacial, investiram de forma intensa nas áreas de Física, Química, Biologia e Matemática, essencialmente, no antigo ensino secundário, na busca por uma formação de excelência voltada para o incentivo de jovens nas áreas científicas e captação de novos talentos, objetivando uma hegemonia norte-americana na conquista espacial. Tais ações extrapolaram as fronteiras norte-americanas ecoando em vários países de diferentes formas.

Um exemplo deste movimento norte americano é o *Physical Science Study Committee* (PSSC), um projeto desenvolvido pelos Estados Unidos na década de 1950 com intuito de aprimorar e avaliar o ensino de Física. O projeto desenvolveu materiais diversos que tiveram sua utilização ao redor do mundo na prática do ensino de Física, chegando ao Brasil em 1962 trazidos pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCC-UNESCO) apoiado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC). Contudo,

o movimento dos grandes projetos visava a formação e a identificação de uma elite refletindo não só a política governamental, mas também uma concepção de escola e teve propagação ampla nas regiões sob influência cultural norte-americana, que repercutiu de forma diferente em diversos países ecoando as situações locais (Krasilchik, 2000, p. 85).

No Brasil, a formação destes estudantes de elite voltou-se para alavancar o processo de industrialização nacional que ainda sofria os reflexos da 2ª Guerra Mundial, buscando uma autonomia industrial e a supressão da escassez de matéria-prima. Nos anos iniciais da década de 60, que antecederam a ditadura militar, o ensino de Ciências deixou de ser exclusividade de uma elite estudantil e passou a figurar em um espectro muito mais amplo, na busca pelo alcance de todos os cidadãos.

Paralelamente, à medida que o país foi passando por transformações políticas em um breve período de eleições livres, houve uma mudança na concepção do papel da escola que passava a ser responsável pela formação de todos os cidadãos e não mais apenas de um grupo privilegiado (Krasilchik, 2000, p. 86).

Houve significativo aumento na carga horária das disciplinas de Física, Química e Matemática. Dentro deste contexto, o ensino de Ciências passou a ter uma abordagem voltada para a lógica e a criticidade, na busca pela formação de cidadãos que fossem capazes de analisar problemas e construir soluções à luz de informações e base de dados: “Essas disciplinas passavam a ter a função de desenvolver o espírito crítico com o exercício do método científico. O cidadão seria preparado para pensar lógica e criticamente e assim capaz de tomar decisões com base em informações e dados” (Krasilchik, 2000, p. 86).

O método científico passou a ser o caminho utilizado para investigar os conceitos trabalhados em sala de aula e promover mudança nas ideias previamente concebidas pelos estudantes em relação aos fenômenos estudados. Tais ideias (prévias) eram gradativamente trocadas por aquelas aceitas cientificamente, tendo o suporte de materiais didáticos que valorizavam a experimentação e o dito saber “verdadeiro”, excluindo outras formas de conhecimento que não advindas da experimentação. Deste modo, o método científico passou a ser largamente utilizado pelos professores de Ciências, valorizando no ambiente escolar conhecimentos baseados na experimentação e passíveis de validação através da mensuração.

Os materiais didáticos davam ênfase à experimentação, à formação de mini-cientistas e tinham como base o método científico. Este modelo de ensino criou nas escolas o “mito do método científico” como o único método capaz de contribuir efetivamente para a construção do conhecimento (Marsulo, 2005, p. 2).

Durante o período ditatorial (1964-1985), sob o discurso desenvolvimentista que tinha como mote a tecnologia, traça-se uma nova rota para educação científica brasileira que vai ao encontro do tecnicismo, na busca por uma formação profissionalizante.

Quando de novo houve transformações políticas no país pela imposição da ditadura militar em 1964, também o papel da escola modificou-se, deixando de enfatizar a

cidadania para buscar a formação do trabalhador, considerado agora peça importante para o desenvolvimento econômico do país (Krasilchik, 2000, p. 86).

No início da década de 70, com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 5.692/71, o ensino das disciplinas científicas ainda perdurava nos currículos escolares com uma proposta formativa voltada para formação técnica. Contudo, as instituições privadas preparavam seus alunos almejando o ensino superior, tendência esta que foi seguida pelas instituições públicas, que se adaptaram e abandonaram a ideia da utilização de tais disciplinas científicas no 1º e 2º graus para uma formação de caráter exclusivamente técnico-profissional com foco no mercado de trabalho e acesso reduzido às universidades.

Entre as décadas de 70 e 80, a abordagem didática fundamentada essencialmente em atividades práticas é substituída por um modelo que se baseia em projetos e discussões. Vale salientar que, embora feita a inserção de uma nova proposta de ensino através de projetos, estes não alcançaram grande êxito, pois eram em sua essência projetos importados, que se depararam com uma enorme dificuldade em se adaptarem à realidade brasileira, especialmente na formação de professores para usar os projetos, conforme destaca Pena (2008, p. 425 *apud* Costa, 2015, p. 10983):

projetos como: Física PSSC, PEF, PBEF, FAI, IPS (Introductory Physical Science), que pretenderam sanar as deficiências do ensino de Física, mostraram-se inviáveis à realidade educacional (inadequação ao sistema educacional brasileiro) àquela época inclusive os nacionais praticamente desapareceram de circulação e uso.

Mais tarde, já próximo ao fim da ditadura militar brasileira, dá-se início a um círculo composto pelo conhecimento e avanço tecnológico que se retroalimentam mutuamente, compondo uma associação entre Ciência e Tecnologia.

Nas décadas de 1980 e 1990, como pontuou Rosa e Rosa (2005, p.5),

o país passou por uma reorganização no campo político e o ensino de Ciências, tomava em termos mundiais uma dimensão de produção do conhecimento voltada para os avanços tecnológicos. Já não se pode mais separar Ciência da Tecnologia e iniciava-se uma discussão em torno dos benefícios desta associação para os homens e para a sociedade.

A década de 80 inicia-se com discussões acadêmicas apontando o forte vínculo entre Ciência e Tecnologia, fazendo destas uma relação indissociável. Produz-se então os primeiros debates sobre o impacto do avanço tecnológico no bem-estar social, promovendo reflexões em torno de temas polêmicos como a utilização de animais vivos em laboratório, aspectos relacionados à destruição e preservação da natureza, utilização de armamento nuclear e quaisquer outras questões relevantes à existência humana.

Contudo, a falta de investimento na formação de professores para o trabalho com as questões CTS apresentou-se como um obstáculo à sua efetivação. Para Rosa e Rosa (2005, p. 6):

O ensino de Física em particular, não consegue atingir os níveis desejados, sendo praticado, na sua grande maioria, por professores que desconheciam as relações entre Sociedade, Tecnologia e Ciência, mantendo-se arraigados aos processos de ensino voltado à informação, sem qualquer vínculo com as concepções modernas de educação.

Com base em nossa experiência formativa, podemos asseverar que essa situação da formação do professor de Física ainda hoje perpetua-se. Costa e Barros (2015, p. 10982-10985) destacam a falta de habilidade para o manejo com as atividades de laboratório, lacunas conceituais e de conteúdos como limitações relacionadas à formação inicial e continuada dos docentes, que ainda esbarra em grandes taxas de evasão dos cursos de formação em Física, licenciatura e bacharelado, além de uma enorme lacuna entre o que é ensinado nas universidades e a escola de nível médio.

Na década de 1990, com o advento da redemocratização e a promulgação de leis como a Lei de Diretrizes e Bases (1996), a perspectiva de formação cidadã tornou-se o norte não só do Ensino de Física, mas de toda a educação brasileira, mesmo que controversamente articulada para o mercado de trabalho. Neste momento, desencadeou-se a produção de materiais que buscavam a inserção de conteúdos que tivessem significado para os estudantes, que fizessem parte da sua realidade vivencial.

Contudo, apesar dessas mudanças na orientação político-pedagógica, permaneceu predominante no Ensino de Física uma estruturação centrada numa abordagem essencialmente numérica, restringindo-se a descrever matematicamente os fenômenos naturais observados. Os conteúdos abordados pela disciplina possuem pouco ou nenhum significado para os estudantes, resumindo-se a cálculos matemáticos desvinculados de sua realidade cotidiana. De acordo com Neto e Pacheco (2001, p. 17 *apud* Moraes; Araújo, 2012, p. 2), o ensino estava

calcado na transmissão de informações através de aulas quase sempre expositivas, na ausência de atividades experimentais, na aquisição de conhecimentos desvinculados da realidade. Um ensino voltado primordialmente para a preparação aos exames vestibulares, suportado pelo uso indiscriminado do livro didático ou materiais assemelhados e pela ênfase excessiva na resolução de exercícios puramente memorísticos e algébricos. Um ensino que apresenta a Física como uma ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável.

Tal cenário choca-se com as novas perspectivas de Ensino de Física que buscam discutir e refletir sobre questões que permeiam a sociedade e a realidade dos estudantes, problematizando o desenvolvimento tecnológico e seus desdobramentos sociais, constituindo um ambiente de pensamento crítico sobre a sociedade que se deseja, sobre os conhecimentos que se quer alcançar para a resolução de problemas por meio do entendimento de conceitos e leis, e da compreensão e elaboração de modelos que descrevem fenômenos observados, tendo a matemática como ferramenta/linguagem.

1.1.1 Em síntese

Em síntese, percebe-se então um Ensino de Física com uma gênese conteudista, focado na transmissão de um saber de caráter utilitarista, centrado na figura do professor que será o responsável pela “transmissão do conhecimento”; conhecimento este, que não possui uma relação identitária com o estudante, um saber vazio, com pouco ou nenhum significado dentro da realidade existencial do discente.

No início da década de 60, o Ensino de Física no Brasil começou a ganhar contornos de uma educação crítica, porém sofreu um retrocesso de aproximadamente 20 anos, em decorrência do período ditatorial brasileiro que canalizou esforços para implementação de uma educação voltada para o tecnicismo.

A insatisfação popular da relação apresentada ao mundo entre Ciência e Tecnologia no pós Segunda Guerra Mundial coloca a partir da década de 80 o Ensino de Física em uma posição de suscitar reflexão e criticidade, já com horizontes voltados para uma educação crítico-cidadã.

No cenário brasileiro, na década de 90, temos a promulgação da LDB que também sinaliza na mesma direção.

É notório que o Ensino de Física passou por modificações ao longo das décadas, navegando atualmente impulsionado por propostas que o direcionam à uma formação que valoriza o pensamento crítico e a reflexão. Contudo, ainda nos dias atuais, não é raro nos depararmos com um ensino voltado para resolução alienada de exercícios, alunos dispostos em fileiras preocupados com a cópia e reprodução do conhecimento exposto pelo professor, um modelo de educação muito próximo daquele que se fazia no início da década de 50.

Diante dessas problemáticas do Ensino de Física, que guardam influências históricas, políticas e econômicas, foi mobilizada como questão inicial a pergunta: “Como ensinar Física

no ensino médio a partir de uma abordagem crítica de Ciência, utilizando sequências didáticas, tornando-as possíveis ferramentas a serem utilizadas dentro da prática docente?”.

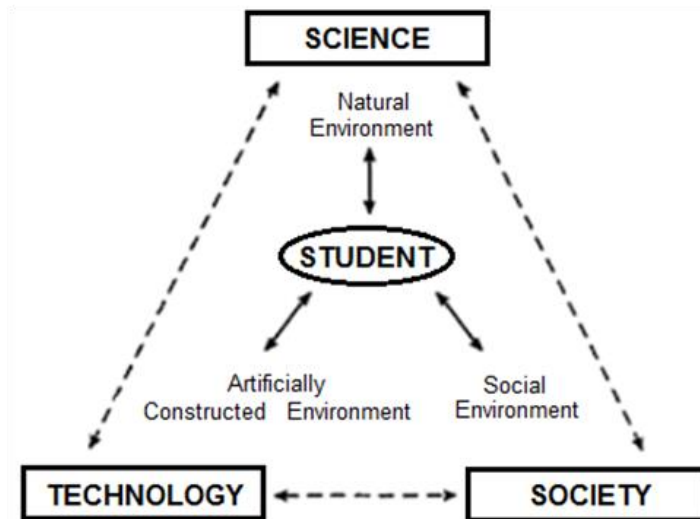
1.2 O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade: outros caminhos possíveis para o Ensino de Física

A minha entrada no mestrado em Práticas de Educação Básica fez com que o meu fazer docente tomasse um novo direcionamento, na tentativa de articular os conteúdos da disciplina Física com o contexto social de desenvolvimento das Ciências e suas Tecnologias. Antes o foco era exclusivo nos conteúdos de Física, dinâmica de resolução de exercícios e exames vestibulares. O contato com os estudos CTS possibilitou a inserção de novas discussões na minha prática pedagógica.

Na atividade que desenvolvo e chamo de oficina de construção de aparatos físicos, além de trabalharmos conceitos e leis físicas, passamos a articular discussões sobre os agentes sociais envolvidos no desenvolvimento de Tecnologias, seu papel social e os seus desdobramentos, gerando reflexões sobre a neutralidade da Ciência, seus aspectos positivos e/ou negativos e a forma com que nos relacionamos com a Tecnologia. Isso uma vez que passamos a entender que o Ensino de Física sob a proposta CTS pode ser capaz de aproximar o cidadão “comum” da chamada “elite tecnológica-científica” (Aikenhead, 1994), posto que a prática CTS tem uma visão difusora da Ciência e do conhecimento científico, compondo uma Sociedade que dá voz e responsabilidade social para indivíduos em função da obtenção dos saberes científico e tecnológico oriundos de um ensino pautado na reflexão e no pensamento crítico. Isso porque, o Ensino de Física estaria estruturado em pilares que têm o estudante como agente social ativo e participe da estruturação de uma sociedade mais justa e igualitária.

Para Aikenhead (1994) o estudante vive, se comunica e interage com uma realidade composta por três dimensões, a saber: ambiente social, ambiente natural e ambiente artificial. Essas são representadas na Figura 1.

Figura 1 – A essência da educação CTS



Fonte: Aikenhead (1994, p. 48).

De acordo com o autor, o ambiente natural aborda a Ciência, o artificial trata das Tecnologias e o social abrange a Sociedade e o seu contexto.

Os estudantes se esforçam para compreender suas experiências diárias. Para fazer isso, os alunos entendem o seu ambiente social, seus ambientes artificialmente construídos e seus ambientes naturais[...]. Estudantes integram sua compreensão pessoal, social, artificialmente construída, e natural (Aikenhead, 1994, p. 48, tradução nossa).

Nesse sentido, entendemos que o Ensino de Física articulado pela proposta CTS visaria discutir seus conteúdos dentro desses três ambientes, trazendo temas e discussões de natureza tecno-científicas que considerem as percepções pessoais dos alunos e os seus esforços para compreenderem o mundo dentro do espaço em que vivem, dando suporte para integração dos ambientes tecnológico, social e natural ao seu mundo cotidiano de modo que faça sentido (Aikenhead, 1994).

O currículo de Física com ênfase nos ideais CTS articularia conhecimentos específicos dando ênfase à promoção do aluno, salvaguardando o contexto e demanda da comunidade local, como meio de atender os problemas concretos que conectam a Ciência às questões sociais.

De acordo com Bybee (1985b *apud* Aikenhead, 1994), uma educação científica CTS estrutura-se em três metas gerais, a saber: (i) Aquisição de conhecimento, (ii) Desenvolvimento do aprendizado de habilidades e (iii) Desenvolvimento de valores e ideias.

A primeira meta visa discutir o conceito de Ciência e Tecnologia de modo a auxiliar os indivíduos com suas questões pessoais, deveres cívicos e valores próprios de sua cultura. A

segunda meta é desenvolver os aspectos técnicos do fazer científico, estudando processos de investigação e coleta de dados que possam auxiliar na resolução de problemas e na tomada de decisões. A terceira meta fixa o olhar nas interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade voltando-se para os problemas e demandas locais, questões de políticas públicas e em perspectivas maiores, os problemas que assolam o planeta.

Contudo, este conjunto de metas não constitui um receituário que deva ser aplicado sem atividade reflexiva, pois diferentes visões podem ser aplicadas e novos grupos de metas identificados, como destacado por Waks e Prakash (1985 *apud* Aikenhead, 1994), sendo estas: (i) Competência cognitiva, (ii) Racional/acadêmico, (iii) Pessoal e (iv) Ação social.

Dentro desta segunda proposta, a primeira meta preocupa-se com a alfabetização científica, padronização e difusão dos saberes científicos, termos técnicos e tratamento de variáveis, permitindo-se fazer a clara distinção entre o que é abordado dentro do rigor científico e as questões cotidianas. Por exemplo, quando se discute a questão da conservação da energia em Física, tem-se um significado distinto da conservação energética praticada no dia a dia.

A segunda meta sugere que a Ciência e as observações decorrentes desta atividade carregam além das teorias próprias do fazer científico, crenças e aspectos de natureza política que afetam diretamente consensos e decisões científicas. A terceira meta aponta diretamente para o uso do “conhecimento científico” e suas aplicações na vida cotidiana do estudante, como por exemplo, investimentos na área de materiais supercondutores podem melhorar a qualidade dos cabos de transmissão de energia elétrica, minimizando as perdas energéticas ao longo do percurso, o que causaria impactos na sua conta de luz.

A quarta meta busca uma maior participação dos alunos nas questões ambientais, fomentando uma postura ativa junto às entidades governamentais, escrevendo cartas aos governantes, empresários e instituições, tornando-os agentes sociais capazes de fazer escolhas que minimizem a degradação ambiental e proponham soluções para os problemas da comunidade onde vivem.

Já o Ensino de Física sob a abordagem CTS focada na História da Ciência permitiria um olhar diferenciado para a natureza da Ciência e suas Tecnologias, situando a Ciência como uma construção social e cultural da humanidade.

Isso porque a História da Ciência pode auxiliar na construção de uma educação com aspectos humanistas, caminhando lado a lado com os aspectos técnicos abarcados pela tecnologia. Ela contextualiza o desenvolvimento tecnológico e rechaça a ideia de pureza e neutralidade da Ciência, sendo construída por cientistas que compartilham a mesma sociedade

que os professores e estudantes, deixando os conhecimentos científicos mais atraentes e acessíveis.

Dessa forma, contribui para um ensino estruturado na formação de cidadãos críticos, aptos a participarem da tomada de decisões em assuntos científicos, buscando uma Ciência mais democrática, utilizada para resolução de problemas dentro do contexto regional dos estudantes, caracterizando a Ciência como elemento próprio de sua cultura. A não abordagem dos aspectos históricos comumente ignorados no ensino da Física e da Química, segundo Solbes e Traver (1996, p. 104), desenvolve junto aos docentes e alunos uma imagem distorcida de como os conceitos científicos são construídos e como evoluem.

Para Bernardo (2008, p. 62), a HC e o movimento CTS constituem duas dimensões que se complementam no ensino das Ciências. De acordo com Solbes e Traver (1996, p. 110), trata-se de dois campos investigativos com uma ampla zona de interseção. Já Oliveira (2017, p. 59) coloca que: “Apesar da HC e da educação CTS serem convencionalmente abordadas como linhas distintas de pesquisa, acreditamos que existam muitos pontos de convergência entre ambas”. Partindo de uma perspectiva de que a Ciência e a Tecnologia são construções da natureza humana desenvolvidas dentro de um contexto social, o autor destaca ser possível através da pesquisa em HC propor trabalhos em sala de aula com um enfoque CTS.

Na busca por uma educação crítico-reflexiva, Solbes (2013, p. 8) afirma que as questões sociocientíficas podem ajudar a desenvolver a criticidade dos alunos, usando as contribuições da História e da Sociologia para mostrar que a Ciência é metodologicamente crítica.

Alvim e Zanotello (2014, p. 350) posicionam-se a favor de um ensino das Ciências que não seja baseado na prática exacerbada de exercícios e respostas fechadas sobre certos conteúdos, mas que proporcione ao estudante obtenção de noções sólidas sobre a produção científica, quais são seus objetos de estudo, como se desenvolvem historicamente e se relacionam no mundo contemporâneo com as esferas, social, econômica e política. De acordo com Ziman (1994, p. 26): “A história da ciência não é, portanto, apenas uma história fascinante da empresa humana. É uma dimensão indispensável para qualquer compreensão da natureza da própria ciência. A educação CTS deve abranger esta dimensão”.

Desta forma, compreendermos que a HC e os ideais CTS mostram-se alinhados quando utilizados como estratégias didáticas para o Ensino de Física, indo na contramão de perspectivas ortodoxas, mostrando que a Ciência é composta por erros e acertos ao longo da história e sobretudo é uma construção social coletiva.

Diante disso, enxergamos na abordagem CTS com ênfase na HC, entendendo estas dimensões como eixos particulares e ao mesmo tempo interligados, uma forma potencial de contribuir para um novo modo de repensar o Ensino de Física, ao fornecer estratégias de ensino inseridas na realidade do aluno, sugestionando a Física como uma disciplina capaz de contribuir efetivamente na resolução de problemas sociais, colaborando também para que o estudante alcance as suas ambições pessoais.

Contudo, precisamos considerar ainda, como um fator importante a ser considerado no delineamento do nosso objeto de estudo e da proposta de intervenção que queremos construir, as políticas educacionais já que são indutoras de mudanças na realidade educacional, possibilitando ou dificultando ações pedagógicas.

1.3 Possibilidades de articulação com as políticas educacionais

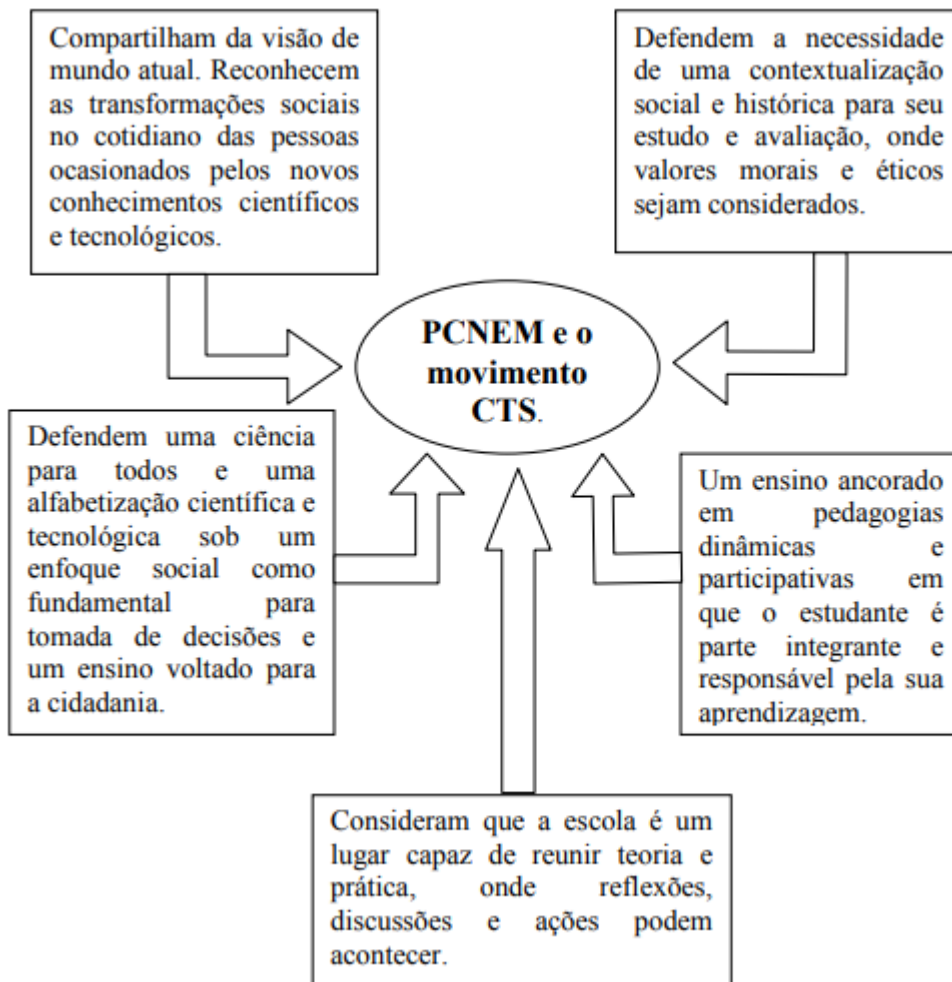
Como mencionado, a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases - LDB/1996 sinalizou para a educação uma perspectiva de ensino comprometida com a formação cidadã, o que gerou toda uma reformulação no pensamento educacional e a produção de materiais que articulassem conteúdos com significado vivencial para os estudantes.

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1997 apontaram para uma educação voltada aos valores sociais e culturais da sociedade contemporânea, destacando que a Ciência e as construções tecnológicas são produções humanas, e como tal, pertencem a um contexto histórico, social e cultural. Essa educação mais abrangente, segundo os PCNs (Brasil, 2018), vai além da compreensão pura e “simples” de linguagens, códigos, símbolos e análise de dados. De acordo com o documento, tais habilidades precisam estar conectadas, inseridas na vivência dos estudantes, para que o discente seja capaz de desenvolver criticidade, argumentar e participar efetivamente na resolução de problemas e questões sociais.

Deste modo, não seria possível uma formação que aborde apenas o corpo de ensinamentos básicos de cada disciplina ou área do conhecimento, devendo-se buscar um aprendizado mais amplo, que possa transpor os muros escolares e seja levado tanto para vida quanto para o trabalho, contribuindo para uma formação cidadã.

De acordo com Luz (2008), é possível percebermos ideias convergentes entre os PCNEM e o movimento CTS, condensadas no esquema abaixo:

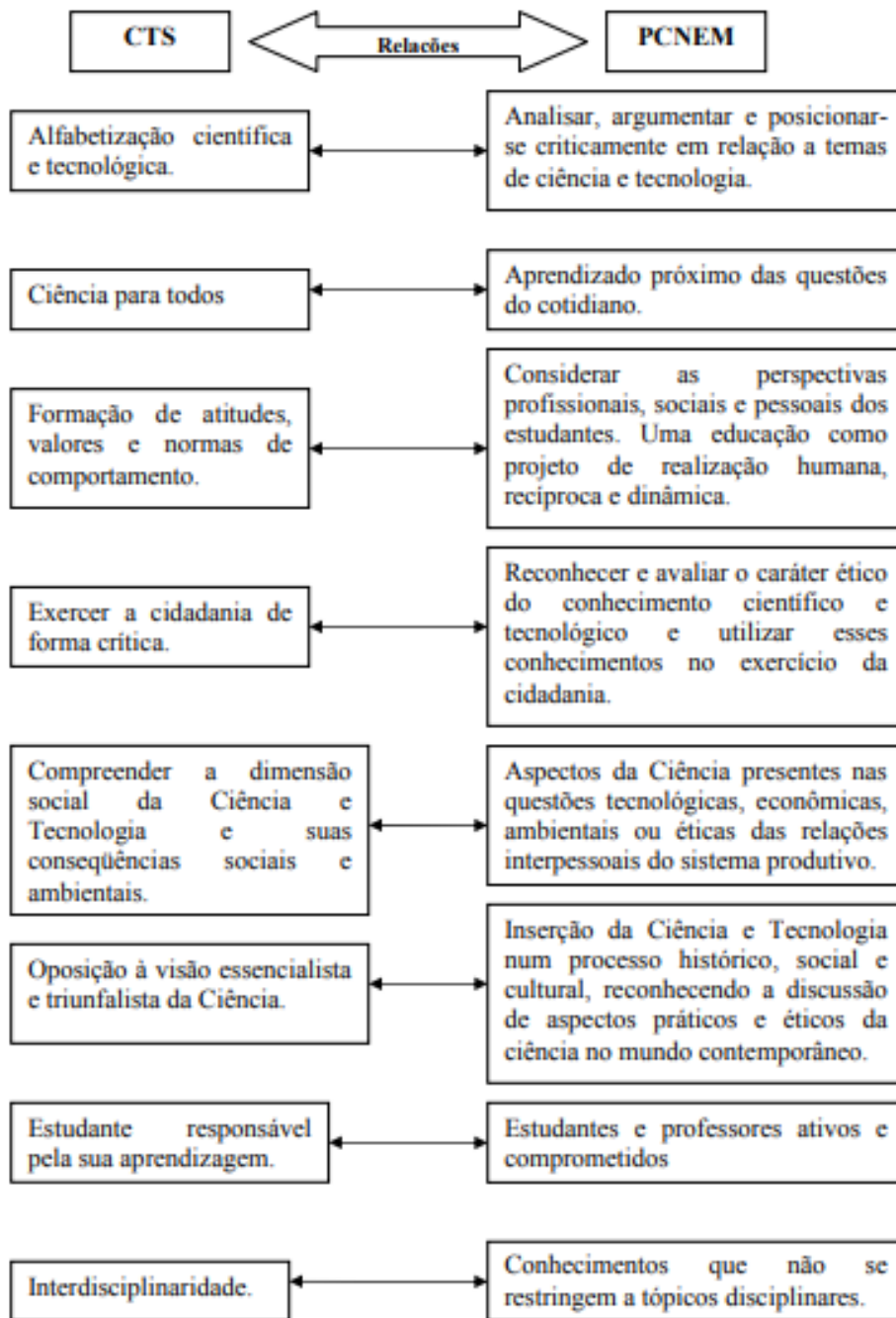
Figura 2 – Pontos de convergência entre CTS e os PCNEM



Fonte: Luz (2008, p. 40).

Este mesmo autor, Luz (2008), ainda estabelece um paralelo relacional entre os PCNEM e o movimento CTS.

Figura 3 – Relação entre CTS e os PCNEM



Fonte: Luz (2008, p. 41).

Percebemos nas formulações acima, a possibilidade de discussão do papel da Tecnologia na Sociedade, permitindo ao estudante a utilização de conhecimentos previamente abordados na disciplina de Física. Apoiado pela HC e pelo movimento CTS, o Ensino de Física pode problematizar a Ciência e a elaboração de suas Tecnologias ao longo do tempo, a partir de erros e acertos, desmistificando a ideia de uma Ciência desenvolvida unicamente por heróis providos de grande genialidade.

Já as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2013) propuseram para esta última etapa da educação básica, uma formação que vá além da profissionalização, com enfoque na construção da cidadania, garantia de acesso ao acúmulo cultural e de conhecimentos ao longo da história.

Em concordância com as DCNEM (Brasil, 2013), a Base Nacional Curricular Comum - BNCC dispôs sobre o ensino médio em relação às ciências da natureza da seguinte forma:

No Ensino Médio, a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema (Brasil, 2018, p. 537).

A BNCC destaca o ensino das ciências da natureza pela integração das disciplinas Física, Química e Biologia. Além disso, coloca o pensamento científico como meio/instrumento de resolução de problemas sociais, como fica evidenciado na habilidade EM13CNT301 (p. 545), onde se afirma que o discente deverá ser capaz de:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (Brasil, 2018, p. 545).

Dessa forma, enxergamos na BNCC (Brasil, 2018) a possibilidade de ensino voltado para uma formação completa dos estudantes, permitindo que realizem seus projetos nas diferentes esferas da vida, mas pautados na justiça, ética e cidadania; que sejam capazes de construir conhecimentos e aplicá-los efetivamente dentro de sua realidade existencial, seja numa escala macro ou micro, relacionados às suas condições de vida e ao ambiente; e desenvolvam o pensamento crítico e a capacidade de tomada de decisões na identificação e solução de problemas.

As mudanças no Ensino de Física decorrentes da BNCC, num primeiro momento, surgem pela proposta de se estabelecer uma matriz básica de saberes essenciais que atinjam amplamente os estudantes na busca de uma equidade educacional em todo território brasileiro.

A BNCC inaugura uma nova era da Educação Básica em nosso país. Pela primeira vez na história, logrou-se construir, no Brasil, um consenso nacional sobre as aprendizagens essenciais, que são consideradas como direito de todos e, portanto, devem ser, ao longo de todas as etapas e modalidades, asseguradas na Educação Básica (Brasil, 2019, p.1).

Faz-se a fusão dos saberes referentes às disciplinas Física, Química e Biologia, antes dissociados, em torno de uma área de conhecimento, Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esse movimento é justificado pela necessidade de um olhar dialógico e contínuo para as disciplinas, argumento no qual percebemos, embora controverso, a possibilidade de um discurso interdisciplinar, desviando cada vez mais o Ensino de Física do foco do modelo cartesiano conteudista da separação por disciplinas. Busca-se por saberes que se comuniquem e tenham significado dentro do contexto de inserção do estudante. Sobre esta visão interdisciplinar das Ciências da Natureza, Godoi (2018, p. 12) expõe da seguinte forma:

Conceitos que contenham interdisciplinaridade e que podem ser trabalhados não somente na Física, mas em outras disciplinas das ciências naturais, podem influenciar positivamente na vida e no trabalho futuro dos discentes, tem que se levar em conta que utilizar aparelhos adequadamente e fazer com que os mesmos tenham o melhor rendimento, estão entre as habilidades e competências buscadas no Ensino de Física e demais Ciências Naturais.

Enxergamos na BNCC, ao tirar a lente de aumento das disciplinas, abertura para a construção de um caminho em que as Ciências da Natureza e suas Tecnologias discutam competências e habilidades que sejam capazes de elevar o estudante a um patamar crítico do pensamento, entendendo as Ciências como elemento de construção social e de aplicabilidade na resolução de problemas que assolam a sua realidade. Contudo, o documento não elenca/direciona de maneira objetiva quais são os saberes essenciais a serem trabalhados por esta área do conhecimento, tampouco por cada disciplina, trazendo uma proposta de ensino baseada no que foi chamado pela BNCC e destacado por Arruda (2022, p. 47) como unidades temáticas, sendo estas no ensino médio divididas da seguinte forma: Matéria e Energia; e Vida, Terra e Cosmos.

Na definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram privilegiados conhecimentos conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio. Dessa forma, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (Brasil, 2018, p. 548).

A enorme abrangência das unidades temáticas gera certo desconforto, pode-se dizer até mesmo certa preocupação. No tocante ao tema, a Sociedade Brasileira de Física (2018) manifestou-se da seguinte forma:

A ausência de objetivos de aprendizagem no texto inviabiliza a proposta de uma base nacional comum, devido à inexistência de tópicos comuns à formação de todos os alunos', pois o texto anterior não tinha NENHUMA definição de conteúdo curricular. O texto atual, no capítulo relativo a ciências da natureza continua

idêntico, isto é, sem definição de conteúdo, inviabilizando, portanto, a proposta de uma base nacional comum no que toca às Ciências da Natureza, e à Física em particular.

As recentes mudanças educacionais implementadas no cenário político-econômico desde 2016 trazem drásticas e alarmantes modificações em relação ao futuro da disciplina de Física.

Estes novos direcionamentos sinalizam para a extinção curricular da disciplina e a sua não obrigatoriedade no Ensino Médio. Apresentam uma super-redução de carga horária para dar lugar a outras disciplinas como empreendedorismo e processos criativos, por exemplo. Sendo estes eixos estruturantes dos itinerários formativos, que são propostas presentes na reforma do Ensino Médio de 2017 que levantam a bandeira da liberdade de escolha dos estudantes.

Porém, em carta aberta temos o tema exposto da seguinte forma:

A tão propalada liberdade de escolha por parte dos/as estudantes, uma das principais bandeiras de propaganda dos governos em defesa da reforma, tem se mostrado um engodo, visto que a escolha se restringe aos itinerários formativos disponibilizados pela escola, que nunca abrangem a totalidade de possibilidades das redes de ensino. Ainda que, para alguns/umas estudantes, a mudança de escola para cursar o itinerário desejado possa ser uma opção, isso não ocorre para a maioria, especialmente nos quase três mil municípios do país que possuem uma única escola pública de ensino médio (Várias Entidades, 2022, p. 668-669).

Tais considerações levaram diversas entidades a se posicionarem a favor da revogação total de tais mudanças: “Essas reformas têm gerado discussões intensas, acarretando na assinatura de cartas abertas pela revogação da BNCC, da DCFP e do NEM, por parte de um grande número de associações acadêmico científicas e entidades da sociedade civil” (Lima, 2022, p. 2301).

Contudo, apesar das considerações críticas ao documento, pontua-se a possibilidade de mudanças trazidas pela BNCC no que diz respeito especificamente ao Ensino de Física. Por exemplo, a oportunidade de se abordar temas relacionados à Física Moderna, que comumente são colocados como temas transversais dispostos nos capítulos finais dos livros didáticos sem uma estruturação curricular, sendo ofuscados por outras áreas já bem consolidadas na prática do Ensino de Física: “Todo mundo sabe que o “currículo” da física do ensino médio segue uma sequência bastante rígida: mecânica, física térmica, óptica e ondas, eletromagnetismo e (se você tiver muita sorte) um pouco de física moderna” (Martins, 2018, p. 692).

Arruda (2022, p. 51) destaca que, de maneira objetiva, a Física Moderna geralmente não está presente nos currículos da educação básica, sendo este finalizado na área que corresponde ao eletromagnetismo.

Embora o termo Física Moderna não esteja presente na última versão da BNCC, percebe-se a tentativa de se trazer tais temas para a discussão na educação básica. A BNCC em diversos momentos faz menção a tais temas, seja em caráter explicativo dos itinerários formativos das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias até algumas de suas competências e habilidades. Como forma de corroborar com o exposto neste parágrafo, iremos destacar a habilidade EM13CNT103: “Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica”. (Brasil, 2018, p. 555).

Isto posto, nos mostra que as mudanças propostas pela BNCC para o ensino de Ciências da Natureza buscam transladar de uma esfera tradicional conteudista para um ensino norteado por áreas de conhecimentos mais abrangentes, na busca de uma formação integral do estudante. A BNCC sinaliza para uma articulação/integração das disciplinas Física, Química e Biologia, de modo a se constituir saberes que possuam significado dentro dos diferentes contextos existentes.

Outro ponto que merece destaque é a valorização do saber “popular”. Para Krupczak (2022), a BNCC busca resgatar formas de conhecimentos diferentes da ciência ocidental, podendo estas novas formas serem trabalhadas pelos professores de Ciências da Natureza no ensino Médio.

Ainda para a autora, a inserção destes novos saberes, abre espaço para debates sobre o que é Ciência e o seu surgimento histórico e cultural em outras sociedades além da ocidental, fomentando discussões sobre o que pode ser considerado conhecimento científico e o que não pode, entre outras discussões.

É importante destacarmos que a BNCC busca o resgate e a valorização de saberes produzidos por diferentes povos e culturas, tais quais os originários e africanos por exemplo, não devendo tais ações serem confundidas ou aproximadas do obscurantismo da Ciência: Terra plana, lua oca, ozonioterapia para curar Covid, negação do aquecimento global por ação antrópica, movimentos antivacinas entre outros.

A BNCC enfatiza a importância dos conhecimentos advindos da integração do homem com a natureza, ainda que estes não tenham comprovação científica e nem tenham se submetido ao rigor do “método científico”.

Cabe considerar e valorizar, também, diferentes cosmovisões – que englobam conhecimentos e saberes de povos e comunidades tradicionais –, reconhecendo que não são pautadas nos parâmetros teórico-metodológicos das ciências ocidentais, pois

implicam sensibilidades outras que não separam a natureza da compreensão mais complexa da relação homem-natureza (Brasil, 2018, p. 550).

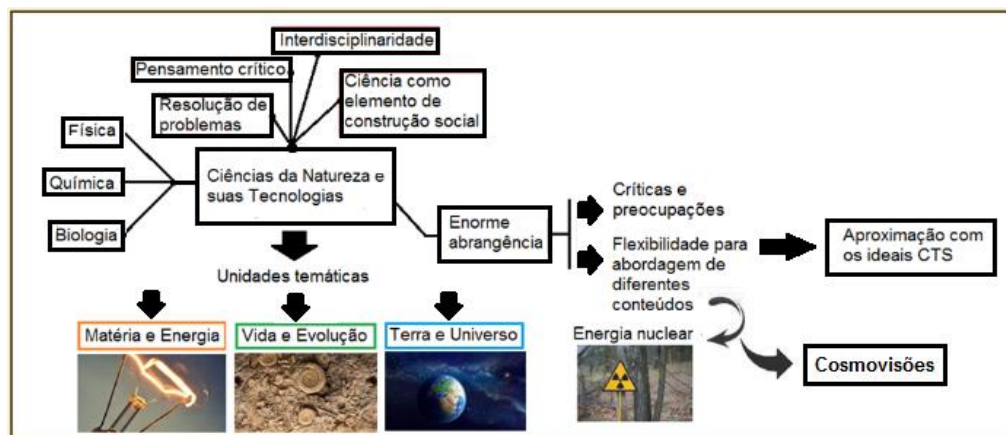
Percebemos nessas aberturas, inúmeras possibilidades de se trabalhar temas em Física associados ao cotidiano, realidade, crenças e valores culturais de cada comunidade. Como exemplo, destacamos o tratamento de conteúdos da disciplina através da valorização da cultura sertaneja, com o trabalho de artistas cordelistas que descrevem leis e fenômenos físicos em seus cordéis, além de difundir o tipo de vida e cultura do povo nordestino. De acordo com Ribeiro (2011, p. 232), promove-se uma aproximação entre Arte e Ciência, ajudando a combater estereótipos relacionados ao artista essencialmente sensível e ao cientista prioritariamente racional.

Em virtude do exposto acima, entendemos que a BNCC ao propor um ensino de Ciências e suas Tecnologias considerando (i) o contexto local do discente, (ii) a promoção do pensamento crítico, e a (iii) discussão da Ciência, como um elemento cultural construído pelo homem e atravessada por toda gama de questões presentes na Sociedade, permite-nos uma aproximação com os ideais CTS e de suas linhas metodológicas.

Com isso, a BNCC deixa explícita a importância do ensino de CN para além da vida escolar, transcendendo o ensino conteudista, procurando um ensino de ciências que leve em conta a vida do aluno extraescolar. Trazendo, assim, a possibilidade de promoção de metodologias com o enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), Letramento Científico, entre outros (Oliveira, 2021, p. 24).

Podemos sintetizar as ideias propostas pela BNCC e as possibilidades de mudança em relação ao ensino de Física no seguinte organograma:

Figura 4 – Organograma BNCC



Fonte: O autor, 2024.

É possível vermos, a partir da Figura 4, a tentativa de superar o formato disciplinar conteudista do ensino das Ciências com a fusão das disciplinas Física, Química e Biologia em uma única área de conhecimento nomeada Ciências da Natureza e Suas Tecnologias.

Tal mudança, salvo as suas problemáticas apresentadas pelos grupos disciplinares, é capaz de promover um maior engajamento entre as disciplinas, favorecendo a prática de atividades interdisciplinares e o desenvolvimento da reflexão e criticidade. Deste modo, aproxima-se as Ciências e suas Tecnologias do contexto em que se insere o estudante, oportunizando ao aluno aplicar os conhecimentos científicos na resolução de problemas que assolam a sua realidade. A possibilidade de participação do discente em assuntos de caráter científico lhe permite entender as Ciências como um elemento de construção social.

Compreendemos também que, a abrangência da área de conhecimento Ciências da Natureza e Suas Tecnologias favorece a flexibilização do currículo que pode ser adaptado em função da demanda específica de cada comunidade ou grupo escolar, abordando, por exemplo, temas como energia nuclear comumente “deixado para trás” no Ensino de Física. A grande amplitude de conhecimentos possibilita a discussão de temáticas que se aproximam do universo de interesse do estudante, estreitando a lacuna entre os conteúdos e a sua realidade, em suma, propõe-se uma educação com significado.

A partir dessa discussão, reconhecemos na política educacional elementos facilitadores para a resolução do problema de pesquisa e para a proposta de intervenção que viemos delineando até o momento.

1.4 Questões de estudo e objetivos da pesquisa

Com base nas reflexões que desenvolvemos até o momento, assumimos no estudo as seguintes questões: “Quais as contribuições da abordagem CTS focada na História da Ciência para o ensino dos conteúdos de Física? Quais as potencialidades de uma sequência didática de Física articulada pela abordagem CTS com foco na HC?”

Para responder às perguntas formuladas, foi proposto o seguinte objetivo geral:

- Compreender as contribuições da abordagem CTS focada na História da Ciência para o ensino de conteúdos de Física a partir de uma sequência didática voltada à 1ª série do ensino médio.

Esse objetivo foi desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

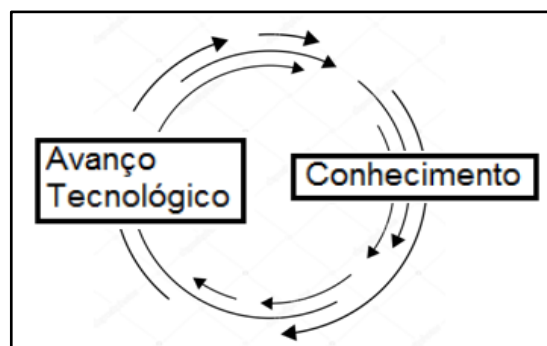
- Elaborar uma sequência didática para o Ensino de Física a partir da investigação de artefatos tecnológicos bélicos desenvolvidos ao longo da história que promovam uma reflexão crítica sobre a relação da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade;
- Identificar as potencialidades e os limites da proposta de SD para o ensino de Física segundo a percepção de docentes de diversas áreas;
- Identificar elementos de contribuição da abordagem CTS focada na HC durante a aplicação da SD com estudantes do 1º ano do ensino médio;

1.5 Ideias iniciais do produto educacional

Para alcançar os objetivos planejados e contribuir com uma possível solução dos problemas apontados no Ensino de Física, propôs-se a elaboração de uma sequência didática, enquanto Produto Educacional (PE), capaz de promover uma reflexão crítica quanto aos aspectos científicos/tecnológicos e os seus desdobramentos para humanidade, refutando o conceito cíclico de que mais Ciência implica necessariamente em mais bem-estar social, retirando o ser humano da condição de “funcionário” da Ciência.

Dessa forma, o PE buscou romper com a ideia de uma Ciência autossuficiente em si mesma, quebrando o ciclo (representada na figura abaixo) que se retroalimenta, a partir da tradução ideológica de que mais avanço tecnológico necessariamente se converte em mais bem estar social.

Figura 5 – Ciclo perpétuo entre o avanço tecnológico e o conhecimento

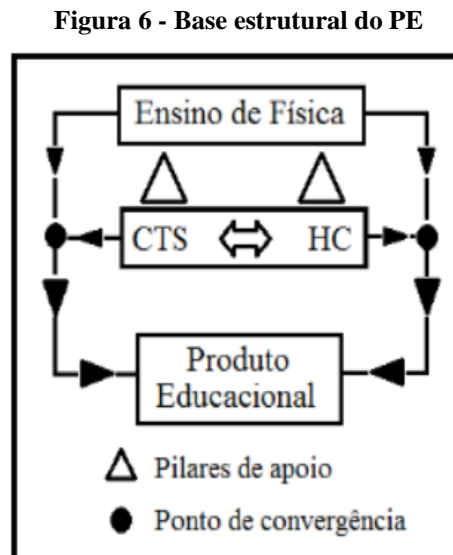


Fonte: O autor, 2024.

A concepção dessa proposta buscou articular o Ensino de Física apoiado na perspectiva CTS focada na História da Ciência e suas Tecnologias como forma de contextualização. Desse modo, o Ensino de Física e a dimensão CTS convergem para construção do produto educacional promovendo reflexões sobre a Ciência, suas Tecnologias e

consequências de tais “avanços” para sociedade, localizando sócio e historicamente o desenvolvimento da Ciência, ao possibilitar os estudantes debaterem a origem de Tecnologias e conhecimentos, o seu papel, suas formas de utilização, influência na sociedade e seus desdobramentos político-econômicos.

A Figura 6 sintetiza a lógica pensada para a elaboração do PE:



Fonte: O autor, 2024.

De acordo com o esquema, propunha-se a estruturação do PE a partir de temas em Física contextualizados pela discussão CTS com foco na HC, apresentando o desenvolvimento do “conhecimento Científico” e Tecnológico ao longo do tempo, destacando os atravessamentos e as influências das diferentes épocas e contextos sociais; evidenciando-os como construções humanas passíveis de mutação e influência social, econômica e política; pois a Ciência, tal qual os cientistas, são atravessados pelo contexto social em que estão inseridos, não havendo neutralidade.

Dessa forma, concordamos com a premência de serem construídas propostas para o Ensino de Física que incorporem temas e problemas com relevância social; que não abordem a Física somente pela Física, mas com significado, desenvolvendo um olhar crítico-reflexivo em relação à Ciência, suas tecnologias e seus atravessamentos sociais.

No caso, percebemos nas demandas de discussão apresentadas pelos estudantes em sala de aula em torno dos conflitos bélicos contemporâneos, com grande cobertura midiática (especificamente as Guerras entre Rússia e Ucrânia, e Israel e Palestina), e que geraram temores de uma terceira guerra mundial, a possibilidade de trabalharmos conteúdos em Física

relacionados ao lançamento de projéteis, explorando os usos da Ciência e da Tecnologia na construção de aparatos tecnológicos bélicos ao longo da história.

Entendemos que haveria, nessa temática, possibilidades de reflexões sobre a relação da Ciência com o poder de dominação proporcionado à uma nação sobre a outra, valorizando também questões a nível econômico, posto que a Rússia possui mais recursos que a Ucrânia, assim como os investimentos de Israel se comparados à Palestina, trazendo apontamentos que sugerem como tais Tecnologias podem servir politicamente aos interesses desses países.

Em relação à caracterização escolar, a sequência didática estaria voltada para o 1º ano do ensino médio, por ter o lançamento de projéteis como conteúdo programático. O material e a forma do PE seriam configurados para professores desse mesmo ano escolar.

Pensou-se para a discussão três aparatos tecnológicos criados para fins bélicos, a saber: a catapulta, o canhão e os mísseis. A escolha desses artefatos advém da possibilidade de se gerar reflexão em razão de possíveis conflitos éticos oriundos da aplicação desta tecnologia para fins destrutivos. Contudo, em função dos limites da pesquisa, especialmente o tempo, foi tomada apenas a proposta da catapulta como modelo a ser investigado/avaliado/validado, cujos resultados subsidiaram a constituição das demais sequências que compõem o PE.

A seleção da catapulta considerou também a experiência prévia do professor-pesquisador com o trabalho a partir de materiais de baixo custo, o que poderia resultar na oferta aos professores de uma proposta que os ajudasse a oportunizar aos estudantes situações problemas inerentes à construção do aparato, os quais, ao tentarem solucioná-los, desenvolveriam habilidades que lhes permitissem atuar ativa e criticamente na sociedade, em questões que os afetam diretamente. E ainda, não menos importante, promover a reflexão sobre a relação dos produtos da Tecnologia e da Ciência com o bem-estar social.

Neste ponto, faremos uma breve apresentação da SD implementada junto ao corpo discente com intuito de familiarizarmos previamente o leitor com as práticas pedagógicas desenvolvidas. A SD é descrita detalhadamente na seção 5.3 (Prototipagem).

A SD foi composta por quatro aulas de 90 minutos. Na primeira aula tem-se um breve histórico sobre o Império Otomano e a batalha que envolveu a tomada da cidade de Constantinopla. Após foi sugerida e exibição do 1º episódio da série “Império Otomano” com posterior debate sobre o papel das tecnologias na Ascensão deste império. A segunda aula dá-se no formato de oficina, onde é apresentado ao estudante um artefato bélico, a catapulta, oportunizando a sua construção a partir de materiais de baixo custo. Ainda nesta aula, é sugerido um vídeo do canal Manual do Mundo onde são apresentados importantes elementos

teóricos relacionados aos conteúdos de Física presentes na confecção do artefato. No terceiro momento, propõe-se que os estudantes reformulem suas catapultas e participem de uma competição de arremessos, onde são indagados acerca dos embasamentos teóricos que utilizaram para aprimorar o dispositivo. A SD se encerra na quarta aula centrada em uma roda de conversa que objetiva verificar se houve apropriação dos conteúdos da disciplina de Física e se as práticas fomentaram discussões de ordem crítica e reflexiva sobre a natureza da Ciência e suas Tecnologias. Cabe ainda ressaltarmos que a SD descrita foi validada por um GF constituído por professores de diversas áreas que fizeram sugestões e propuseram modificações que acarretaram reformulações na proposta piloto da SD antes de sua implementação junto aos estudantes.

Assim posto, a nossa proposta pedagógica almeja contribuir com uma formação crítica, com agentes sociais que sejam capazes de participar ativamente das decisões de âmbito científico.

Com os objetivos da pesquisa e a proposta inicial do produto educacional delineados, foi traçado o desenho da pesquisa, cujos detalhes são apresentados na próxima seção.

1.6 Desenho da pesquisa e organização do texto

Considerando os propósitos da pesquisa e da elaboração do Produto Educacional, foram assumidos como participantes da investigação professores e alunos da primeira série do ensino médio, totalizando 38 sujeitos de uma escola da secretaria estadual de educação, localizada no município de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro.

A pesquisa teve três etapas organizadas da seguinte forma:

Tabela 1 – Etapas e objetivos da pesquisa

ETAPA	OBJETIVO A SER ALCANÇADO
Realizar um estudo bibliográfico tentando investigar os ideais Ciência, Tecnologia e Sociedade para agregar elementos da abordagem ao ensino de Física trazendo a História da Ciência como elemento contextualizador.	Elaborar uma sequência didática para o Ensino de Física a partir da investigação de artefatos tecnológicos bélicos desenvolvidos ao longo da história que promovam uma reflexão crítica sobre a relação da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade.
Realizar um grupo focal com docentes de diferentes disciplinas, apresentar a proposta piloto de sequência didática, transcrever e categorizar a fala dos professores e	Identificar as potencialidades e os limites da proposta de SD para o ensino de Física segundo a percepção de docentes de diversas áreas;

<p>modificar a SD diante das contribuições/dados geradas da realização do GF; Validar o PE.</p>	
<p>Aplicar a SD em uma turma de alunos da 1ª série do ensino médio, totalizando quatro encontros que serão gravados com dispositivos de áudio para posterior análise e identificação de elementos de criticidade decorrentes da abordagem CTS inserida durante as aulas de Física; Validação dos apontamentos do GF.</p>	<p>Identificar elementos de contribuição da abordagem CTS focada na HC durante a aplicação da SD para estudantes do 1º ano do ensino médio;</p>

Fonte: O autor, 2024.

Com base nesse desenho, o texto da dissertação foi organizado em cinco capítulos.

No primeiro capítulo são apresentados os primeiros eventos históricos que despertaram na Sociedade para a necessidade de um olhar crítico para Ciência e suas Tecnologias, discutindo principalmente a sua utilização bélica dentro de contextos conflituosos, sobretudo a Segunda Guerra Mundial, tratando a sua neutralidade, seus aspectos positivos e/ou negativos e a sua relação com a Sociedade. Nele, discute-se a origem do movimento CTS nos Estados Unidos, suas raízes e as razões que impulsionaram o ensino de Ciências na direção desse ideário, analisando também o movimento na Europa e América Latina, tais quais as suas particularidades, suas diferenças e como influenciaram o cenário nacional, onde fazemos uma análise histórica do movimento CTS a partir da década de 1960. Ainda são abordadas as possibilidades de se implementar uma educação científica CTS e as suas dificuldades, classificando segundo Aikenhead (2004) tais propostas educacionais dentro de uma escala crescente de incorporação do CTS na educação científica. É discutido também o papel da HC como elemento de contextualização e articulador para implementação do ensino CTS, a importância da historiografia da Ciência e como se transformou ao longo do tempo, bem como as diferenças entre as duas principais abordagens da HC presentes nesta pesquisa: A externalista e a internalista. Fechando o capítulo, tem-se a revisão de literatura onde catalogamos diversos trabalhos na busca por reunir as principais ideias de convergência da abordagem CTS à HC.

No segundo capítulo, Metodologia, são apresentadas as características da pesquisa e o detalhamento de todas as suas etapas, o cenário empírico que sediou o trabalho e a proposta de análise de dados utilizada, tais quais suas etapas e o referencial teórico que a embasou.

O terceiro capítulo apresenta os resultados decorrentes da análise das falas dos professores participantes do GF, que foram categorizados a posteriori e submetidos a dois processos de análise, crítica e descritiva, tais quais os dados oriundos da aplicação da SD junto ao corpo de estudantes, categorizados a priori em função do olhar atento ao espectro das categorias emergentes do GF, sendo submetidos ao mesmo padrão de análises crítica e descritiva.

Dando continuidade, no quarto capítulo, são explicitados os processos de elaboração do produto educacional que se concretiza no formato de um caderno de atividades sugeridas no formato de Sequência Didática. São apresentados os eixos temáticos da disciplina de Física trabalhados e a proposta integral da SD que serviu de base para a construção das demais propostas que compõem o PE.

Por fim, o quinto capítulo traz as considerações finais que retomam o problema de pesquisa e fazem apontamentos sobre a solução ou não do problema proposto, suas potencialidades e dificuldades encontradas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo traz uma síntese a partir da década de 1950 que aborda como acontecimentos históricos impactaram significativamente a forma como a Sociedade se relacionava com a Ciência e suas Tecnologias, desencadeando os primeiros movimentos crítico-reflexivos e aguçando o olhar social para as políticas públicas praticadas no sentido de verificar mais de perto a validade do discurso posto até então de que mais Ciência e Tecnologia se convertem em mais qualidade de vida.

Discute-se as diferentes características do movimento CTS nos Estados Unidos, Europa, América Latina e como tais aspectos influenciaram o movimento em solo brasileiro. Destaca pensadores no contexto da educação nacional com ideias dialógicas que se articulam em relação ao CTS, apresentando características assumidas por diferentes enfoques do movimento e o seu grau de relevância.

Trata como a dimensão histórica da Ciência é capaz de auxiliar na implementação dos ideais CTS para o ensino de Física, discutindo sua historiografia e destacando as abordagens internalista e externalista da HC. Apresenta as potencialidades de se trabalhar o ensino de Física através de abordagens CTS apontadas por diferentes autores no processo de revisão da literatura. Elenca de forma sintética argumentos atuais que contextualizam os temas da disciplina trabalhados e justificam a necessidade de uma proposta pedagógica voltada para os ideais CTS.

2.1 Conjuntura sociotecnológica e científica indutora do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade

Segundo Hobsbawm (1999 *apud* Miranda, 2012, p. 26), os primeiros esboços da sociedade na direção de uma reflexão crítica sobre quais rumos a Ciência e a Tecnologia podem/devem tomar, se dão após o lançamento das bombas atômicas sobre o Japão durante a segunda guerra mundial, nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, em agosto de 1945, revelando a face oculta e o enorme poder destrutivo que a Ciência e a Tecnologia são capazes de assumir.

Os argumentos apresentados pelo governo norte-americano, responsável pelo lançamento de muitos dos artefatos bélicos, vão além da necessidade de tal ação para obtenção da vitória, ou salvamento da vida de milhares de soldados americanos envolvidos no conflito. As justificativas apresentadas pelos Estados Unidos da América assumem um caráter

prescindível, quando argumentam pelas explosões na obtenção de uma vitória que não dependeu do apoio da União Soviética na Segunda Guerra Mundial,¹ um dos países que compunham o bloco de seus aliados, sendo eles: Inglaterra, França, União Soviética e Estados Unidos.

A justificativa mais verossímil é que, derrotando o Japão, os EUA impediram que a União Soviética, seu aliado, reclamasse seu papel na derrota do Japão e assim mostrariam que possuíam hegemonia científica e tecnológica. Na época, esses argumentos geraram inúmeros questionamentos por parte da Sociedade e também da comunidade científica sobre a responsabilidade social dos cientistas (Miranda, 2012, p. 26).

Tal postura funcionou como um catalisador para os questionamentos da sociedade e da comunidade científica sobre o caráter da Ciência e suas Tecnologias. Linsingen (2007) destaca alguns dos conflitos e tensões decorrentes dessa nova forma de interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade:

É num clima de tensão gerado pela guerra do Vietnã, pela guerra fria, pela difusão midiática de catástrofes ambientais e dos horrores provocados pelo aparato científico e tecnológico de destruição posto a serviço da morte (napalm desfolhante, armas químicas e biológicas), pelos efeitos da ampliação do poder destrutivo e efeitos colaterais das armas nucleares revelados nos testes no Pacífico 3 e nos desertos da América do Norte (e pelos esforços que levaram à assinatura do tratado de limitação de tais testes), pelos movimentos ambientalistas e da contracultura que se iniciavam, e também pela crítica acadêmica da tradição positivista da filosofia e da sociologia da ciência, que se estabelecem as condições para uma nova forma de ver as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (Linsingen, 2007, p. 3).

Cenários onde acontecem conflitos armados e guerras são campos férteis para o desenvolvimento de novas Tecnologias em curto espaço de tempo, quando comparado aos períodos de paz. Os programas de desenvolvimento tecnológicos recebem apoio governamental e robusto suporte financeiro, incorrendo em significativos avanços nas tecnologias de caráter militar e bélico. Entretanto, uma enorme parcela deste desenvolvimento é bem absorvido pela sociedade em sua vida diária, evidenciando o caráter dual da Ciência, despontando uma discussão sobre os aspectos benéficos e/ou maléficos da Ciência e suas Tecnologias: “O desenvolvimento científico e tecnológico, impulsionado inicialmente pela guerra, passou a demonstrar ampla aplicação na vida cotidiana” (Miranda, 2012, p. 27).

As faces boas ou ruins do desenvolvimento Tecnológico-científico ficam muito bem evidenciadas no paradigma da bomba atômica. A bomba em si constitui um artefato

¹ A Segunda Guerra Mundial (II GM) foi o maior e mais sangrento conflito bélico ocorrido no planeta. Ela teve início em 1º de setembro de 1939 com a invasão da Polônia pela Alemanha Nazista, sem declaração formal de guerra e seu fim ocorreu em 1945 com a rendição incondicional do Japão. De um lado combateram os aliados (Inglaterra, França, União Soviética, Estados Unidos da América) e de outro os países do Eixo (Alemanha, Itália e Japão) (Carrion, 2010, p. 15).

destrutivo de uso militar, porém, todo arcabouço teórico utilizado em sua construção pode assumir também um viés pacífico, como por exemplo, a obtenção de energia elétrica através de usinas nucleares. Este último argumento é responsável por enormes tensões governamentais, a exemplo do Irã, posto que, diversas nações justificam suas pesquisas nucleares em fins pacifistas, negando a posição diametralmente oposta do desenvolvimento e proliferação de armas desta natureza.

Várias outras nações, também, têm alegado que suas pesquisas são apenas para uso civil, como para a geração de energia elétrica em usinas nucleares, e não para a construção de armas nucleares; justificativas que não são aceitas por grande parte da população mundial (Briggle, 2005 *apud* Miranda, 2012, p. 27).

Na busca por apoio governamental e, por conseguinte, recursos financeiros, as comunidades científicas se debruçam no argumento de uma ciência linear, alegando que o aumento da Ciência implica diretamente em crescimento do bem-estar, promoção e desenvolvimento social, o que explica o tripé Política, Ciência e Tecnologia estabelecido logo após a Segunda Guerra Mundial, tais quais as suas relações.

A concepção clássica das relações entre a ciência e a tecnologia com a sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista, que pode resumir-se em uma simples equação, o chamado “modelo linear de desenvolvimento”: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem estar social (Bazzo *et al.*, 2003, p. 120).

A lógica desta equação nos remete à ideia de um apoio incontestável às Ciências e aos Avanços Tecnológicos, sugerido por Sarewitz (1996, *apud* Miranda, 2012, p. 30) como o “mito do benefício infinito”, quanto mais Ciência e Tecnologia, mais bem-estar público. É dentro deste contexto que a Ciência ganha importância no papel econômico. Os cientistas ganham autonomia e decidem o valor dos investimentos e quais áreas seriam desenvolvidas (Miranda, 2012).

A década de 1960 inicia-se com a União Soviética assumindo a dianteira da Guerra Fria com o lançamento do satélite Sputnik I, colocado em órbita ao redor da Terra no ano de 1957, destacando o seu avanço tecnológico e científico. Os Estados Unidos, em resposta às iniciativas soviéticas, levaram tripulantes à Lua. Ainda nesta década (1969), com o projeto Apollo, investem na qualificação de pessoas no campo Técnico-científico e no desenvolvimento militar a partir da década de 1970.

Apesar dos estudos relacionados ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) datarem da década de 1970, alguns periódicos, já em 1945, discutiam essa relação após o lançamento das bombas de Hiroshima e Nagasaki. Estes podem ser entendidos como reflexo

dos problemas oriundos, principalmente, do período pós segunda guerra mundial, que incluem a liberação de bombas atômicas e a degradação ambiental, gerando novas reflexões sobre a relação linear da Ciência e da Tecnologia e suas implicações no bem-estar social. Ambas passam a permear o palco das discussões sociais, culminando no surgimento do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) com atuação política, ambiental, acadêmica e educacional. De acordo com Dagnino (2008, p. 5), a pesquisa científica estruturava-se fundamentalmente sua organização no estado e no militarismo, passando a sofrer questionamentos populares, em países avançados, no final da década de 1960.

Dada a importância de se pensar a Tecnologia dentro do contexto social na qual é concebida, considerando as forças externas e conflitos de interesses de natureza social, política, econômica, financeira, religiosa entre outras que podem atuar na Ciência e suas tecnologias, o movimento CTS, como dito, desponta no início dos anos dos anos 1970 com trabalhos na Europa e na América do Norte. Destaca-se ainda sua força no cenário espanhol, que inseriu uma disciplina eletiva CTS nos cursos de graduação.

De acordo com Pinheiro *et al.* (2007, p. 74), “Esse movimento tem sido base para construir currículos em vários países, em especial os de ciências, dando prioridade a uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social”.

Tal movimento parte da premissa de que a Ciência e a Tecnologia derivam da ação humana, sendo impossível concebemos a Ciência e o homem alheios às diferentes esferas sociais.

No período que corresponde à década de 1980, o movimento CTS passa a enfatizar a necessidade da educação abordar as consequências, implicações e desdobramentos da Ciência e Tecnologia na sociedade. Neste período ocorre a elaboração de vários materiais didáticos e propostas curriculares que se apropriam das ideias do movimento, especialmente, de seu horizonte de formação dos cidadãos para a participação efetiva na tomada de decisões. Além disso, a construção de um projeto científico que contemple seus anseios e necessidades de justiça e igualdade das pessoas, assim como os da sociedade em que se insere, ajudando os sujeitos na construção de conhecimentos e habilidades que desenvolvam uma consciência científica que transforme atitudes e favoreçam o pleno exercício da cidadania.

Bazzo (1998, p. 4) coloca que

Os estudos CTS têm por finalidade promover a alfabetização científica mostrando a ciência e a tecnologia como atividades humanas de grande importância social, por formarem parte da cultura geral nas sociedades modernas. Trata também de estimular ou consolidar nos jovens a vocação pelos estudos da ciência e da tecnologia, mostrando com ênfase a necessidade de um juízo crítico e uma análise reflexiva bem embasada das suas relações sociais.

Para tal, seria imprescindível pensar numa sociedade alfabetizada cientificamente. A Ciência, assim como a Tecnologia, precisam ser acessadas e compreendidas por todos, descentralizando o conhecimento das mãos dos técnicos e difundindo-o em larga escala, para que se promova a construção de uma sociedade igualitária, democrática e crítica. Para Pinheiro *et al.* (2007, p. 73),

É preciso exigir transparência na transmissão da informação, da disponibilidade de tempo e de meios para participar das discussões, bem como igualdade de tratamento de opiniões. As propostas deverão ter caráter efetivo e ativo, podendo influenciar realmente no assunto em debate, permitindo ao público envolver-se nos problemas e não unicamente na decisão final, que poderia já estar planejada.

Cabe salientar, entretanto, que o movimento CTS assumiu foco e direcionamentos diferentes nos países que aderiram às suas ideias, pois, o distanciamento entre as realidades, como a europeia e americana, seja nas esferas sociais, religiosas, políticas e suas especificidades das mais diversificadas ordens, em suas dimensões micro ou macro, exigiram adequações desse pensamento “importado” para os países, para que pudesse ser implementado, como ressalta Teixeira (2020, p. 17):

Tal articulação requeria ajustes em seu processo de construção, já que os referenciais CTS chegavam ao Brasil principalmente pela interlocução de autores estrangeiros, oriundos de sociedades (países) que não enfrentavam os problemas sociais típicos da sociedade brasileira e de toda América Latina.

Diante disso, realizaremos uma pequena digressão, apontando as perspectivas de CTS assumidas no contexto norte-americano, europeu e latino-americano.

2.1.1 Aspectos do Movimento CTS nos EUA

O movimento CTS nos Estados Unidos, decorre da insatisfação popular norte-americana com a forma como o país gerencia a Ciência e a Tecnologia pós Segunda Guerra Mundial. Tal descontentamento sucede principalmente pela participação desastrosa dos Estados Unidos da América ao final da 2ª Guerra. A posse de artefatos tecnológicos/científicos dispostos a serviço da destruição e sua utilização nas cidades de Hiroshima e Nagasaki eram objetos de profunda impopularidade.

O fracasso da participação norte-americana na Guerra do Vietnã, o aumento e difusão de pesticidas, assim como a ampliação da produção de energia proveniente de matrizes

nucleares também compunham a lista de ações que promoviam o descontentamento da nação Norte Americana.

A preocupação popular com tais questões, as consequências da Tecnologia e da sua forma de utilização passaram a ser de interesse da Sociedade, dando-se início a um movimento social ativista com características CTS. Na perspectiva de Moraes e Araújo (2012, p. 41), o enfoque CTS nos EUA, “trata-se de uma tradição [movimento] muito mais ativista e muito inserida nos movimentos de protesto social ocorridos durante os anos 60 e 70”. Schepper *et al.* (2018, p. 14) diz:

o marco do movimento CTS está basicamente constituído pelas ciências humanas (filosofia, história, teoria política), e a consolidação institucional dessa tradição produziu-se através do ensino e reflexão política. O movimento pragmatista norte-americano e a obra de ativistas ambientais são o ponto de partida desse movimento nos Estados Unidos.

Surge então a necessidade de mudança no tratamento dado à Ciência e à Tecnologia, com a injeção de investimentos federais e a implementação de projetos inovadores para o ensino das Ciências. Apesar de toda expectativa, os resultados ficaram aquém do esperado. Parte deste insucesso é atribuído à orientação dos projetos para um grupo específico de estudantes, como coloca Harms (1980, p. 48, tradução nossa):

A disciplina Física na escola secundária é mais bem caracterizada como elitista. As inscrições em física e química são baixas, limitadas para alguns estudantes que estão se preparando para faculdade e/ou são interessados em carreiras relacionadas à ciência. As inscrições de jovens mulheres e minorias são poucas, resultando em grandes implicações sociais.

Desta forma, abriu-se precedente para implantação de projetos embasados por uma perspectiva CTS. A implementação deste novo pensamento deveria propor mudanças e alcançar melhorias no ensino de Ciências, na busca por uma educação capaz de proporcionar ao estudante a sua alfabetização científica.

Estudos e publicações sobre a eficiência da proposta foram realizados e, segundo Moraes e Araújo (2012, p. 43), “apontaram que por meio desses cursos os estudantes conseguiram desenvolver e reter habilidades e competências que os caracterizam como indivíduos alfabetizados em Ciências [...]”. Este mesmo autor relata que nas décadas de 1977 e 1978 foram encomendados estudos em escolas situadas em todo território norte-americano, onde se entrevistaram professores, educadores e administradores escolares, fazendo-se a coleta de registros sobre seus pareceres em relação aos cursos de Ciências, bem como a realização de observações em sala de aula.

Outro componente que alavancou a proposta CTS nos EUA foi o relatório do *Project Synthesis*. O ensino de Ciências começava a remar na direção das necessidades pessoais dos estudantes, no auxílio à resolução de problemas do seu cotidiano, mas ainda sem esquecer dos estudantes que se identificam com tais saberes, auxiliando na escolha de suas carreiras e encaminhando para formação de novos cientistas, sendo estas as quatro metas principais que compunham a proposta de ensino de Ciências dos EUA.

O relatório mencionado acima afirma que o ensino de Ciências como feito até a década de 70 só era capaz de atender a demanda dos alunos que almejavam se tornar novos cientistas, indicando o ensino CTS como uma possibilidade para sanar tais dificuldades. Nas palavras de Moraes e Araújo (2012, p. 45): “Assim, o relatório apontou que o ensino com enfoque CTS consistia na saída para a resolução de tais problemas”.

Deste ponto em diante, o movimento CTS ganhou força, sendo impulsionado por fortes recursos financeiros e a promoção de iniciativas com projetos iniciados desde as séries iniciais, no jardim de infância, até as universidades, inclusive ganhando fôlego em outros países. Foram criados materiais para instrução e a revista NASTS (*National Association for Science, Technology and Society*), com enfoque CTS.

o movimento CTS começou a observar uma verdadeira aceleração em seu desenvolvimento. No ano de 1985, a Universidade da Pensilvânia recebeu na NSF (National Science Foundation) a maior verba até então para o desenvolvimento do projeto ‘Ciências através de CTS’ (Moraes; Araújo, 2012, p. 45).

O início da década de 90 foi marcado pela definição do que é um movimento CTS. Yager (1996, p. 48 *apud* Moraes; Araújo, 2012, p. 45) define CTS como o ensino e aprendizagem de ciência-tecnologia no contexto da experiência humana. O autor ainda complementa:

CTS, em última análise, é o envolvimento dos aprendizes em experiências e assuntos que estão diretamente relacionados com as suas vidas. CTS desenvolve nos estudantes habilidades que lhes permitem se tornar cidadãos ativos e responsáveis ao responder assuntos que têm impactos em suas vidas. A experiência da educação científica através de estratégias de CTS irá criar uma cidadania alfabetizada cientificamente para o século 21.

Tais iniciativas incluíram de maneira mais aguda Ciência, Tecnologia e Sociedade no programa de reforma curricular dos ensinos fundamental e médio, deixando o movimento CTS de ser apenas uma opção alternativa para o ensino das Ciências e suas Tecnologias.

Para Schepper *et al.* (2018), entender a educação CTS trata-se de aproximar a cultura humanística da cultura científico-tecnológica que são tradicionalmente separadas, na busca

por uma alfabetização científica de cidadãos que possam tomar decisões informadas promovendo o pensamento crítico e a independência intelectual a serviço da Sociedade.

2.1.2 Aspectos do Movimento CTS na Europa

O enfoque CTS europeu difere do ocorrido nos EUA, estando este último mais bem alinhado com as questões do ensino e divulgação acadêmica. Schepper *et al.* (2018) também percebe claramente uma preocupação dos autores ibéricos com a formação de indivíduos que estejam preparados para enfrentar os problemas da sociedade contemporânea, principalmente, os que se relacionam com a sustentabilidade.

O movimento CTS na Europa é centrado na busca pelos fatores sociais que condicionam o fazer científico e tecnológico, apoiando-se sobretudo nas ciências sociais, regidas pelo mesmo “maestro CTS”, porém em um tom diferente, da tradição americana CTS.

A tradição europeia, centrada na pesquisa acadêmica dos antecedentes sociais da mudança científico-tecnológica, trata o desenvolvimento científico e tecnológico como um processo conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos (Linsingen, 2008, p. 3).

A exemplo, na Inglaterra, o desenvolvimento do ideário CTS surge das reflexões advindas dos movimentos sociais, que exalavam forte preocupação com os aspectos negativos da Ciência e Tecnologia a serviço na morte, poluição e destruição da sociedade, deslocando tais reflexões para o cenário educacional, transpassando criticamente os currículos europeus.

A partir da década de 60, uma forte pressão contra Tecnologias “nocivas”, principalmente as de natureza agrícola, com a utilização em larga escala de defensivos químicos e o emprego de maquinário pesado, contribuindo para degradação do solo, aumentaram de forma significativa os movimentos sociais. Posteriormente, foram emitidos relatórios que confirmavam e davam legitimidade a tais movimentos da sociedade: “Após muita pressão a *Agricultural Advisory Council* resolveu fazer um estudo elaborado do solo e concluiu que de fato algumas áreas da Inglaterra e do País de Gales estavam sendo danificadas” (Moraes; Araújo, 2012, p. 47).

Cabe salientarmos que os acontecimentos ligados ao desenvolvimento científico-tecnológico ocorridos na metade da década de cinquenta, de acordo com Schepper *et al.* (2018), se acumularam em catástrofes sucessivas desde acidentes nucleares, envenenamentos farmacêuticos até poluição por derramamento de petróleo, o que veio confirmar a necessidade

de revisão da política científico-tecnológica e, junto a ela, avaliar a concepção da Ciência e da Tecnologia e sua relação com a Sociedade.

No final da década de 60, surge na Inglaterra um grupo com orientações radicais, a Sociedade Britânica de Responsabilidade Social na Ciência (BSSRS). Segundo Dixon (1973 *apud* Moraes; Araújo 2012, p. 47), este grupo radicalista estabelece metas de consciência e responsabilidade social da Ciência em uma esfera individual e coletiva. Sinalizam para as importantes esferas (econômica, política e social) que atravessam a Ciência e a necessidade de uma alfabetização científica que permita a participação dos cidadãos na tomada de decisão de assuntos dessa natureza. O autor em questão ainda destaca que a meta final da BSSRS era a procura por um intercâmbio internacional com grupos afins: “Em 1969, foi criada por um pequeno grupo de jovens cientistas radicais, a Sociedade Britânica de Responsabilidade Social na Ciência (BSSRS)” (Moraes; Araújo, 2012, p. 47).

No ano seguinte, surge na Inglaterra uma nova definição de sociedade, onde cada indivíduo desempenha uma função social bem definida dentro um cenário social que estimula a rivalidade. Nas palavras de Moraes e Araújo (2012, p. 48), a sociedade era concebida como uma arena, o indivíduo como ator social e a educação como um jogo de papéis abertos e improvisados.

Com esta redefinição social, a Inglaterra se volta para formação de uma nova elite intelectual, com cursos e materiais que se aprofundaram na Ciência e destacavam a sua importância social dentro de um contexto e seu entrelaçar com a economia e sociedade, abrindo espaço para que o enfoque CTS penetrasse nos currículos tradicionais de Ciências: “Com isto, na década de 1970 começaram a surgir vários cursos [...] trazendo tópicos que procuravam enfatizar o contexto social e econômico relacionados aos conceitos científicos” (Moraes; Araújo, 2012, p. 48).

Colaboraram a favor do movimento CTS na Inglaterra os estudos realizados por John Ziman, pontuando que CTS é uma seara de grande fertilidade e enormes possibilidades no que diz respeito à temática educacional, ainda que se apresentasse de uma maneira confusa (Moraes; Araújo, 2012). Vale a pena destacar que foi neste momento que a sigla CTS (STS em inglês) apareceu pela primeira vez, sendo antes o movimento tratado por uma grande variedade de nomes.

Nesta mesma linha de pensamento, Aikenhead (1994) diz que a educação CTS flui de diferentes maneiras e pode se desdobrar em tantos afluentes que não há possibilidade de ser traduzida em apenas uma forma. Ainda para o autor, o movimento CTS apresentar-se de forma múltipla, não sendo algo que deva ser encarado negativamente, sendo apropriado e

desejável, posto que, tais abordagens não se manifestam em divisões ou contradições, mas sim, na complementaridade, buscando estancar lacunas deixadas pelo método tradicional de ensino científico.

O enfoque CTS começa então a se difundir pela Europa passando a ser objeto de estudo no tocante a sua eficácia. Um país que ganha destaque neste processo investigativo e na aplicabilidade do modelo CTS é a Espanha. CTS passou a ser ofertado como disciplina optativa nos cursos de bacharelado e também começou a permear as disciplinas de Ciências, Física, Química e Matemática, em caráter de transversalidade.

Na Espanha a disciplina CTS é dividida em cinco blocos, onde, de acordo com Pinheiro (2007, p. 76), tais blocos se distribuem pela perspectiva histórica, sistema tecnológico, repercussões sociais do fazer científico e tecnológico, controle social da atividade científico-tecnológica e reflexões filosóficas.

2.1.2.1 Contribuições da Teoria: dos paradigmas de Kuhn para a discussão da Natureza da Ciência no movimento CTS

No processo de consolidação do movimento CTS no contexto europeu, cabe destaque para as contribuições do epistemólogo Thomas Kuhn no desenvolvimento das discussões e compreensão da natureza da Ciência. A obra “Revoluções Científicas” de Kuhn (1962) representa um grande marco epistêmico por permitir a relativização da linearidade do desenvolvimento científico, possibilitando a quebra do *status* de verdade absoluta e imutável do conhecimento científico, caracterizando conceitos, leis, teorias e pressupostos utilizados para resolverem o problema de uma época, dentro de um determinado contexto.

Nesse pensamento, compreende-se que o fazer científico é pautado por teorias, métodos, instrumentos, entre outros, utilizados para resolver problemas colocados pela área. O cientista precisa se familiarizar e conhecer a linguagem e os procedimentos próprios da ciência, considerados por Thomas Kuhn como paradigmas, que são importantes para dar um direcionamento à comunidade científica.

A investigação histórica cuidadosa de uma determinada especialidade num determinado momento revela um conjunto de ilustrações recorrentes e quase padronizadas de diferentes teorias nas suas aplicações conceituais, instrumentais e na observação. Essas são os paradigmas da comunidade (Kuhn, 2013, p. 73).

Assim sendo, a Ciência não se faz de forma cumulativa, embora a maior parte dela seja feita buscando respostas para os problemas existentes dentro dos paradigmas estabelecidos, o que Kuhn chama de “quebra-cabeças”.

Um paradigma será questionado quando perde a capacidade de generalizar e resolver problemas, quando surgem questões que o colocam em “xeque”, gerando desconforto na comunidade científica, o que é colocado por Kuhn como anomalia.

Tem-se a revolução científica quando o paradigma, que não é capaz de resolver determinados problemas, passa por modificações ou é substituído integralmente. É importante ressaltar que um paradigma não é simplesmente abandonado, mas deve ser trocado por outro que melhor se adapte à solução de tais situações anômalas. Saímos de uma ciência comum e entramos numa ciência extraordinária:

Contudo, em outros casos - como por exemplo os de Copérnico, Einstein e da teoria nuclear contemporânea - decorre um tempo considerável entre a primeira consciência do fracasso do paradigma e a emergência de um novo. Quando as coisas se processam dessa maneira o historiador pode, pelo menos, captar algumas pistas sobre o que é a ciência extraordinária (Kuhn, 2013, p. 110).

Essas proposições de Kuhn e de outros autores foram de suma importância para abalar a perspectiva monolítica da Ciência e conceber uma proposta de ensino com olhar de criticidade para o que está estabelecido, pois quando há uma mudança de paradigma, o mundo e os problemas cotidianos que assolam o indivíduo continuam a existir. Contudo, a forma com a qual o indivíduo se relaciona com o mundo e faz a sua leitura se modifica, mostrando que a Ciência não é uma construção progressiva e linear que caminha em direção à verdade, pois os cientistas operam em épocas diferentes, a partir de paradigmas diferentes.

Retomando nossa discussão, ainda que o enfoque CTS norte-americano e europeu tenham suas próprias peculiaridades, atualmente trabalham em regime colaborativo com uma proposta interdisciplinar. Essas duas escolas tradicionais CTS expandiram as suas fronteiras promovendo o desenvolvimento CTS em outras partes do mundo, salvo guardando a realidade de cada país/região.

2.1.3 Aspectos do Movimento CTS na América Latina e no Brasil

Entre as décadas de 1960 e 1970, o nosso país vizinho, a Argentina, encontrava-se dividida entre a busca por uma autonomia Científica e Tecnológica e a transferência de Tecnologia importada dos países centrais, com pouca adequação aos problemas que permeavam os países latino-americanos. Os professores universitários, segundo Dagnino (2008, p. 17), mobilizaram-se para adoção de um “Projeto Nacional” que conferisse novos rumos para Ciência e Tecnologia, criando o Pensamento Latino-Americano em Ciência-

Tecnologia-Sociedade (PLACTS). O PLACTS aproxima-se dos ideais CTS à medida que discute as atividades Científicas e Tecnológicas à luz de uma demanda e necessidades locais.

As ideias do PLACTS encontraram um campo promissor para sua disseminação também no cenário brasileiro, posto à fragilidade da indústria nacional brasileira frente às transnacionais que ganhavam espaço no cenário mundial. Aqui, os militares colocaram em prática um projeto que possuía pretensões de alavancar a indústria, conseguir a sua autonomia e elevar o Brasil ao *status* de grande potência, sendo, portanto, de suma importância que se investisse em Ciência e Tecnologia, dando apoio à pesquisa científica. Dentro deste contexto, o PLACTS foi tomado como referência.

No caso brasileiro, em função do projeto Brasil-grande-potência dos militares, que demandava um elevado grau de autonomia tecnológica a ser construído em longo prazo, ocorreu um considerável apoio à pesquisa científica (principalmente nas ciências duras) e à pós-graduação (Dagnino, 2008, p. 21).

Destaca-se neste nível da discussão as muitas faces que o movimento CTS pode assumir no Brasil, onde de acordo com Schepper *et al.* (2018) deve-se considerar a polissemia ligada ao termo que permite ao ensino de Ciências com enfoque CTS apresentar propostas de combate ao analfabetismo científico-tecnológico na direção de formar cidadãos que aprendam as diversas relações que compõem a tríade Ciência - Tecnologia - Sociedade, tal qual a natureza social da Ciência e da Tecnologia.

O autor ainda destaca a necessidade de o professor trilhar caminhos que abordem temas controversos como aquecimento global, automedicação, consumo sustentável entre outros para alcançar os seus objetivos educacionais, sinalizando, contudo, que “há diferenças significativas entre os trabalhos educativos elaborados e realizados por diferentes grupos, sobretudo por conta de orientações ideológicas, econômicas e convicções educativas” (Schepper *et al.*, 2018, p. 22).

Grande parte dos trabalhos nacionais CTS recebem influência europeia ou norte-americana, o que promove um debate distante da realidade brasileira, apresentando dificuldades em articular os enfoques Ciência, Tecnologia e Sociedade prevalecendo muitas vezes o enfoque individual.

Durante a década de oitenta ainda são raras as publicações em CTS ou Ciência, Tecnologia e Sociedade nos periódicos nacionais, tendo uma produção um pouco mais expressiva no cenário internacional, porém ainda muito discreta. Abreu *et al.* (2013) traz um levantamento estatístico dos trabalhos de natureza CTS e CTSA ocorridos em ambos os cenários, onde destacamos em amarelo o período que engloba a década de oitenta.

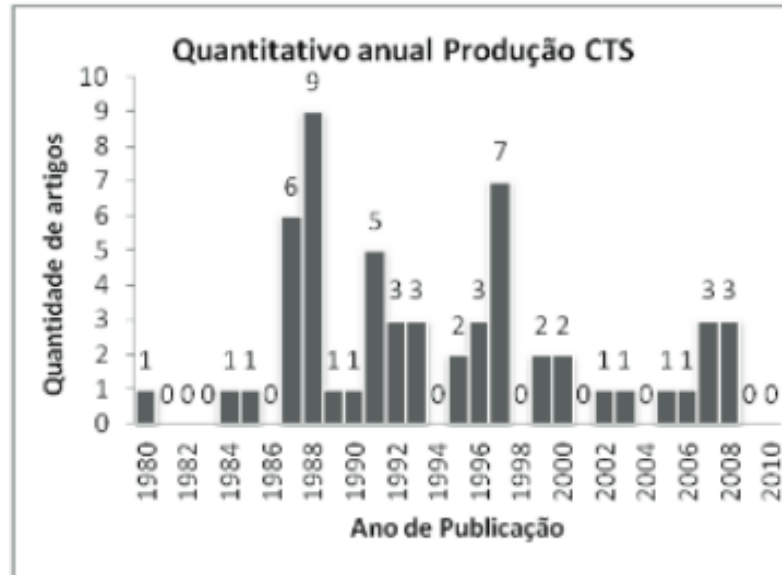
Tabela 2 – Base de dados da pesquisa de Abreu *et al.* (2013)

Periódico	Total de artigos publicados	Total de artigos CTS/CTSA	Período analisado
Ciência e Educação UNESP	255	11	1998 a 2008
Ensaio – UFMG	119	1	1999 a 2008
Abrapec-UFMG	153	1	2001 a 2008
RBEF	1140	1	1979 a 2008
Alexandria-UFSC	19	5	Ano de 2008
Rempec	15	1	Ano de 2008
Física Na Escola	195	0	2001 a 2008
IENCI-UFRGS	183	0	1996 a 2008
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	494	1	1984 a 2007
Química Nova na Escola	348	2	1995 a 2008
Total	2921	23	
International Journal of Science Education	2012	16	1980 – 2010
Journal of Research in Science Teaching	1983	6	1980 – 2010
Science Education	1669	25	1980 – 2010
Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	933	10	1983-2010
Total	6597	57	

Fonte: Abreu *et al.* (2013, p. 10, grifo nosso).

É possível constatar através da análise numérica que a produção acadêmica em CTS/CTSA tem pouca expressividade quando comparada à produção total do campo de pesquisa. Quando a análise fica restrita a década de oitenta, esta produção no cenário nacional tangencia valores que tendem a zero, como confirmam os gráficos a seguir.

Figura 7 – Quantitativo anual produção CTS internacional segundo Abreu *et.al* (2013)



Fonte: Abreu *et al.* (2013, p. 11).

Figura 8 – Quantitativo anual produção CTS nacional



Fonte: Abreu *et al.* (2013, p. 11).

No ano de 1990 é realizada em Brasília a “Conferência Internacional Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia”, que trouxe como eixo central a educação científica dos cidadãos. Com isso, o movimento CTS ganha espaço no cenário nacional, na medida em que a busca pela formação cidadã torna-se um eixo comum entre as políticas educacionais da época, em especial a LDB/1996, motivo pelo qual ganhou força no Brasil ao buscar a abertura para o debate sobre avanços tecnológicos, científicos e seus desdobramentos sociais. Segundo Bazzo (1998, p. 4),

CTS define hoje um campo de trabalho bem consolidado institucionalmente em universidades, centros educativos e administração públicas de numerosos países industrializados. É nossa aposta fecundar tais aspectos em nível de Brasil, ousando implantar tais estudos, com aspectos econômicos, sociais e políticos contextualizados, em nosso país.

É importante observarmos também a tentativa, no cenário brasileiro, de articulação das ideias de pensadores como Paulo Freire e Dermeval Saviani às propostas CTS, visto suas perspectivas crítica e reflexiva de educação, com enfoque na formação e construção do cidadão. Tais conceitos estão muito próximos e caminham paralela e harmoniosamente com os ideais do movimento CTS. Teixeira (2020, p. 16) diz que:

encontramos em autores associados às pedagogias progressistas, respostas para nossas inquietações e reflexões, com destaques para ideias de pensadores como Paulo Freire, e sua Pedagogia Libertária e Humanista; e Dermeval Saviani, e sua Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). [...] A nosso ver, há boa dose de sintonia no pensamento desses intelectuais, cuja obra está localizada dentro de uma concepção de educação preocupada com a emancipação da população e com a construção de uma sociedade justa e mais igualitária.

De acordo com Auler (2006, p. 3), os pressupostos educacionais de Paulo Freire apontam para além de uma formação técnica, visando um projeto educacional que contemple as diversas dimensões do ser humano e busque a participação efetiva de cidadãos que estão imersos na “cultura do silêncio”, condição que necessita ser vencida para que se obtenha transformação e democratização da Sociedade: “Entende-se que, para uma leitura crítica da realidade, do “mundo”, pressuposto freiriano, torna-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS” (Auler, 2006, p. 4).

Na aproximação Freire – CTS pensa-se numa partição democrática da população na tomada de decisão em temáticas atreladas à Ciência e a Tecnologia, objetivos do movimento CTS que se misturam ao arcabouço teórico e filosófico do pensador brasileiro, onde Schepper *et al.* (2023) diz que para Freire, alfabetizar é muito mais do que ler palavras, é promover a leitura crítica da realidade.

O enfoque CTS pode ser visto como uma possibilidade de desvelamento da realidade. Crer na possibilidade de decisões pautadas na democracia com respeito à definição de políticas para a Ciência e a Tecnologia, corresponde, atualmente, à utopia, à esperança defendida por Freire (1987), levando-se em conta a história como oportunidade e não como uma vinculação unívoca ao progresso científico-tecnológico (Schepper *et al.*, 2018, p. 28).

Uma proposta educacional sob a perspectiva humanística de Paulo Freire não se limita às suas Tecnologias e formas de utilização, mas considera os valores humanos, levando em

conta a própria condição de existência do ser, o que implica em uma análise dos valores de dominação, poder e exploração das condições humanas (Schepper *et al.*, 2018).

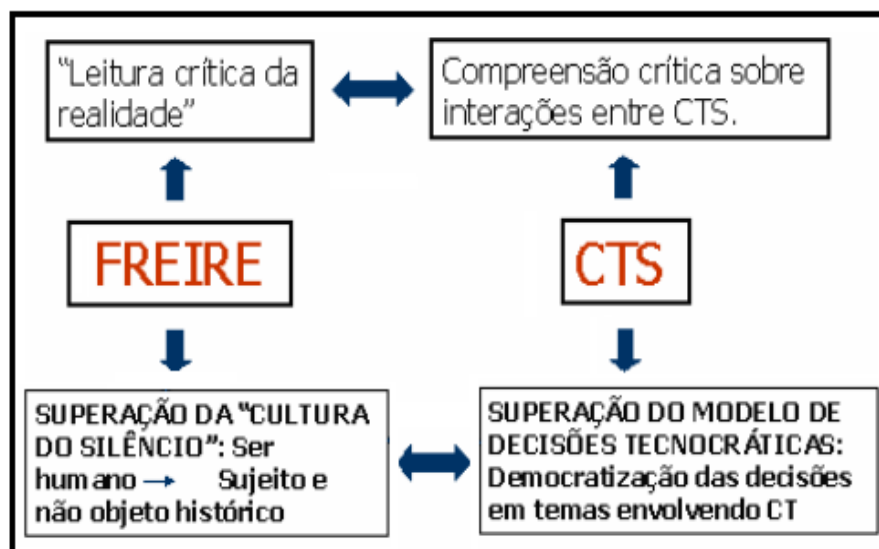
No que tange à educação científica, o professor não deve impor os seus próprios valores ou entregar respostas prontas para os problemas de cunho sociocientíficos, mas conduzir o estudante ao entendimento da diversidade de valores para que seja por si só capaz de escolher o caminho a ser trilhado, nas palavras de Freire:

E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo apenas ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões na favela, no cortiço ou numa zona feliz dos “Jardins” de São Paulo. Se sou professor de biologia, obviamente, devo ensinar biologia, mas ao fazê-lo, não posso seccioná-la daquela trama (Freire, 1987, p. 78-79 *apud* Schepper *et al.*, 2018, p. 32).

Uma educação freireana que procura integrar ao currículo valores sociais, reflexões críticas, discute a não neutralidade da educação e da condição humana, certamente conversa com os ideais CTS. Contudo, Schepper *et al.* (2018) destaca que identificar temas de fundo social respeita os critérios CTS que, a priori, aproximam-se de uma concepção freireana, porém não necessariamente.

A figura a seguir ilustra o paralelismo de ideias entre os ideais do pesquisador brasileiro Paulo Freire e o movimento CTS, tais quais seus pontos de confluência.

Figura 9 – Aproximação Freire-CTS segundo Auler (2006)



Fonte: Auler (2006, p. 7).

Entretanto, mesmo com nomes como Freire e Saviani propondo ideias que pudessem convergir com o pensamento CTS, o referencial teórico que estrutura os alicerces do movimento no Brasil, ainda que pertinentes à época advém fundamentalmente de um fluxo extrínseco, com suas raízes em sociedades estrangeiras.

Schepper *et al.* (2018) destaca a importância dos artigos publicados nos Seminários Ibero-americanos CTS com abordagem de temas na Educação Básica como forma de valorizar e sistematizar o conhecimento produzido pela didática da Ciência sobre o enfoque CTS. O autor salienta ser relevante nos voltarmos para os trabalhos produzidos nestes seminários que se apresentam como um dos principais eventos na área, englobando países europeus de língua portuguesa e espanhola quanto países latino-americanos. Tais seminários ocorrem a cada dois anos, o primeiro datando de 2008, em Aveiro, Portugal e o segundo ocorrido em solo brasileiro, em 2010, em Brasília, Brasil.

2.1.4 Educação CTS: abordagens e propostas curriculares

Após o resgate histórico apresentado nas seções anteriores é possível entender que a educação CTS pode abranger e se dar de muitas formas diferentes, e que, apesar de “conversarem” não necessariamente convergem para uma prática ou abordagem específica de ensino. A maneira mais simples de incorporá-la se dá pela compreensão da premissa de que a Ciência convencional, ou Ciência “válida”, é correta e universal, devendo ser ensinada em todos os lugares (Aikenhead, 1994).

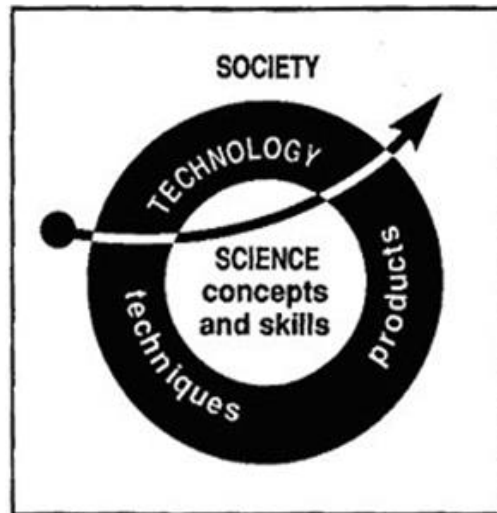
Isso porque, a educação CTS não possui um caráter excludente, de modo a englobar e complementar a educação científica convencional na busca por eliminar as lacunas deixadas por esta primeira forma de se fazer educação científica: “Tenta apresentar ao aluno algum aspecto particular da Ciência no seu contexto social e, assim, complementar e ampliar a educação científica convencional nessa direção específica” (Aikenhead, 1994, p. 2, tradução nossa).

Para Aikenhead (2009, p. 2), o objetivo de uma educação de caráter científico é desenvolver nos estudantes a capacidade de se tornarem cidadãos responsáveis em um mundo cada vez mais impactado pela Ciência e pela Tecnologia, necessitando articular com maestria as interações que compõem o tripé Ciência, Tecnologia e a sua Sociedade, sendo esta necessidade social a responsável pela origem do movimento CTS na educação científica.

Materializada em propostas curriculares, a educação CTS se daria pela existência de um problema que nasce na Sociedade e que, para ser compreendido/resolvido, passa por

discussões de natureza tecnológica de diversas profundidades, sendo a Tecnologia o principal recurso utilizado pela Ciência para desenvolver conhecimentos e habilidades que sejam capazes de entregar respostas às necessidades humanas e sociais. Deste modo a Ciência e a Tecnologia se entrelaçam fortemente com a Sociedade. Aikenhead (1994) sintetiza tais ideias na figura a seguir.

Figura 10 – Uma sequência para o ensino de ciências CTS



Fonte: Aikenhead (1994, p. 57).

De acordo com Aikenhead (1994), a proposta do ensino de Ciências na abordagem CTS tem seu início partindo de uma problematização que nasce na Sociedade, atravessa a dimensão tecnológica que engloba os conhecimentos científicos aplicados e suas habilidades, traz a *posteriori* uma reflexão sobre esta Tecnologia e suas implicações no âmbito social, retornando à Sociedade com soluções e propostas que buscam atender, sanar e elucidar as dificuldades dentro de um determinado cenário coletivo.

A proposta de ensino CTS apoia-se em valores humanos e no bem-estar social coletivo. A transposição destes valores para o contexto educacional muitas vezes esbarra no modelo de sociedade capitalista, que se sobrepõe às necessidades do ser humano em prol de uma sociedade que preza pela hegemonia individual e do capital.

Logo, pressupõe-se que definir conteúdo CTS é algo de grande complexidade. Aikenhead (1994) coloca tais conteúdos como sendo a integração da Ciência, Tecnologia, Sociedade e as possíveis combinações que se originam da permutação destes três pilares, estruturando-se nos seguintes tópicos:

- Os artefatos tecnológicos, processos ou expertises.
- As interações entre tecnologia e sociedade.

- As questões sociais relacionadas à ciência e tecnologia.
- O conteúdo de ciências sociais que lança luz sobre as questões sociais relacionadas à ciência tecnologia.
- As questões filosóficas, históricas ou sociais dentro da comunidade científica ou tecnológica.

Cabe ressaltar, entretanto, que quando tratamos de uma abordagem CTS e da elaboração de seu currículo estamos discutindo uma enorme gama de possibilidades que podem transitar desde propostas muito superficiais, passando por níveis intermediários até graus elevados no tocante aos conteúdos CTS. Para diferenciarmos tais propostas, Aikenhead (1994) estabelece uma escala de avaliação que vai do grau 1, como menor nível, ao grau 8, como nível máximo. O espectro com as 8 categorias se desdobra da seguinte forma:

- 1- Motivação pelo conteúdo CTS.
- 2- Preparo casual do conteúdo CTS.
- 3- Propósito do preparo do conteúdo CTS.
- 4- Disciplina única através do conteúdo CTS.
- 5- Ciência através do conteúdo CTS.
- 6- Ciência com conteúdo CTS.
- 7- Preparo de ciência junto ao conteúdo CTS.
- 8- Conteúdo CTS.

Tais níveis são estruturados pela comparação proporcional entre os conteúdos CTS e os conteúdos tradicionais, a forma como se dá o processo avaliativo, valorizando-se elementos realizados na prática de sala aula tão quanto ou mais que os indicadores presentes nas avaliações formais e por fim nos exemplos concretos de uma Ciência CTS.

As propostas situadas nos três primeiros níveis ainda fazem parte de uma perspectiva tradicional de ensino, havendo significativa ruptura a partir do nível 4, onde seus conteúdos são ditados primordialmente em termos dos próprios conteúdos CTS. Ao estruturar a sequência do ensino de Ciências temos as três primeiras categorias que se limitam a seguir integralmente um programa pré-estabelecido e as categorias seguintes, que buscam uma sequência adaptativa, melhor se adequando aos conteúdos CTS. De acordo com a classificação proposta por Aikenhead, à medida em que ocorre a progressão numérica das categorias, a avaliação do conteúdo CTS aumenta gradativamente quando comparado ao conteúdo puro das Ciências, atribuindo-se 0% de avaliação para categoria 1 e percentual máximo de 100% na última categoria, de forma tal que se olharmos para os extremos de sua

classificação, um curso nível 1 não apresenta nenhuma característica que se aproxime dos ideais CTS, ao passo que o nível 8 não aborda conteúdos da disciplina de Ciências propriamente ditos. Desta forma, os níveis intermediários 5, 6 e 7 talvez sejam os que melhor se adequem a uma proposta pedagógica para o ensino de Ciências com ênfase nos aspectos CTS.

Dessa forma, entende-se que para a construção de um currículo CTS e, principalmente, para fazer a transposição do tradicional para o ideário Ciência, Tecnologia e Sociedade é preciso que se tenha um olhar “sensível” que vislumbre novas possibilidades capazes de romper com os objetivos curriculares práticos por si só. Para Aikenhead (2004, p. 12), a mudança no *status quo* do currículo de ciências não poderá privilegiar um currículo pragmático baseado e fundamentado em uma filosofia racional. O autor ainda menciona a necessidade de intervenções e discussões de políticas com caráter criativo: “Ignorar os políticos, se abster, deixar para os outros, evitá-los de qualquer maneira, é fazer um pacto com a futilidade, não importa o slogan que sigamos” (Aikenhead, 2004, p. 12, tradução nossa).

Tais questões estão intimamente ligadas ao material didático, que é outro possível fator de impacto no sentido contrário à implementação da orientação CTS. Em grande parte, preocupam-se essencialmente com as abordagens técnicas, se restringindo à dimensão conceitual dos conteúdos. Não servindo como ponto de apoio para embasar/proporcionar discussões no plano social e auxiliar em estratégias didáticas que articulem entre Ciência e Sociedade.

As questões sociais devem ser introduzidas como forma de contextualizar os problemas abordados e motivar os estudantes. Após a construção dos conceitos e habilidades desenvolvidos em função da tecnologia abordada e de sua função social, deve-se retomar ao ponto de partida em busca de possíveis soluções que contemplem a questão social discutida, correlacionando o pensamento científico construído e a realidade do estudante, gerando significado.

Articular os valores CTS para o ensino de Ciências requer uma reflexão que vai além do valor econômico e da eficácia dos produtos e serviços; trazendo para o debate questões éticas (trabalho escravo, infantil, sonegação de impostos, poluição ambiental entre outros) que podem estar envolvidas na produção, transporte e descarte de produtos, bens e serviços.

No caso é importante um ensino com significado, com a contextualização e a proposição de atividades que façam parte da realidade social do estudante. O distanciamento entre os problemas apresentados aos alunos, propostos em situações ideais (com desprezo da resistência do ar, massa de corpos e outras variáveis), e os problemas “reais” gera desinteresse

e dificulta a articulação e implementação de um currículo com aspirações voltadas para os ideais CTS. Dessa forma, concordamos com a premência de propostas para o Ensino de Física que não abordam a física somente pela física, mas que constroem um olhar crítico-reflexivo em relação à Ciência, suas Tecnologias e seus atravessamentos sociais.

Nesse propósito, Laranjeiras (2009, p. 207) destaca que “no caso da ciência, sua historicidade é fator fundamental para uma adequada compreensão e o entendimento da sua dinâmica”. Com base nesse pensamento, compreendemos que um caminho para a efetivação dos ideais apontados anteriormente se dá com a articulação do Ensino de Física à abordagem CTS contextualizada pela História da Ciência, a qual, enquanto dimensão da educação CTS, pode promover discussões sobre a natureza da atividade científica e tecnológica praticada ao longo da história da humanidade, o desdobramento dos eventos históricos e o desenvolvimento das tecnologias.

2.2 História da Ciência: uma dimensão e abordagem CTS

Oliveira e Alvim (2017) apontam que convencionalmente a História da Ciência (HC) e a educação CTS são abordadas como linhas distintas de pesquisa. Contudo, acreditam que existem muitos pontos de convergência, sendo, talvez, o principal deles o reconhecimento da Ciência e suas Tecnologias como frutos da ação humana inseridos em contextos sociais. Nesse fito, a nossa pesquisa traz a HC como uma dimensão do movimento CTS e como uma ferramenta de contextualização para o ensino de Física, concordando em Ziman (1994) que não vê a História da Ciência reduzida à história fascinante da empresa humana, mas a interpreta como uma dimensão indispensável para qualquer compreensão da própria natureza da Ciência, devendo a educação CTS abranger esta dimensão.

A educação CTS contextualizada pela HC pode subsidiar um melhor entendimento dos professores e dos estudantes sobre a natureza da Ciência, desmistificando o seu caráter neutro e desconexo das atividades humanas e suas práticas sociais, abrindo margem para compreensão de que a fecundidade científica não decorre somente de grandes nomes de sucesso e de seus trabalhos voluptuosos. A HC tem potencialidade para ser aplicada em diferentes contextos (Oliveira; Alvim, 2017) proporcionando um ambiente propício para reflexão que aborda, além dos conteúdos específicos da disciplina, também os aspectos sociais nele envolvidos, preconizando uma educação científico-reflexiva. Desta forma entendemos que...

qualquer conteúdo científico arrasta atrás de si a sua própria história e esta não pode ser isolado dos fatores sociais e do contexto em que se desenvolveu, a história da ciência constitui-se como uma fonte muito rica, talvez a mais rica, de onde se possa extrair exemplos. Alguns serão mais atraentes do que outros, mas sempre será possível estabelecer tais conexões (Oliveira; Alvim, 2017, p. 59).

Com base nesses apontamentos, compreendemos que a História da Ciência possibilita um olhar panorâmico ao longo do tempo, que permite uma análise da Ciência e suas Tecnologias durante seu processo histórico de desenvolvimento, de modo a evidenciar o contexto e os paradigmas que influenciam a gênese do “conhecimento científico”. É possível, a partir da HC, (re)interpretá-la segundo os parâmetros que estão presentes em nossa realidade contemporânea, percebendo a dinâmica não somente pelos novos fatos e acontecimentos científicos, mas também pela modificação da visão ou percepção de sua historiografia, podendo ser percebida como móvel, em virtude de sua construção derivar de uma sociedade que possui um modo de pensar igualmente dinâmico.

Para se discutir a HC é necessário se considerar muitas faces, tais quais a própria história, o caráter de localização temporal na qual a Ciência se desenvolve e as diferentes culturas envolvidas no processo. Entretanto, definir Ciência, assim como definir o que é a História da Ciência constitui-se uma tarefa complexa. Segundo Martins (2005), muito se tem debatido sobre o que é a História da Ciência ou até mesmo sobre a terminologia mais adequada: História da Ciência ou História das Ciências. Em uma análise primária, os filósofos discutem o que é Ciência e ainda assim não chegaram a um acordo.

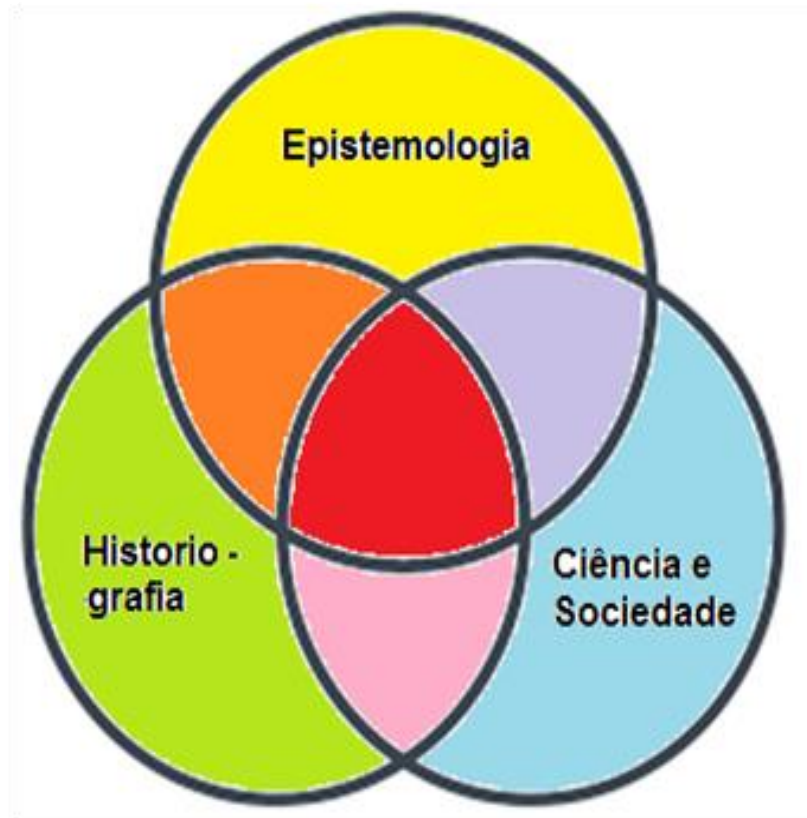
Considerando tais fatores, a história, a epistemologia e a sociologia se apresentam como campos que convergem para o entendimento dos objetos de estudo da HC. Uma vez identificados os objetos pertencentes à HC, podemos defini-la como área de conhecimento, utilizando-se das ideias filosóficas de Aristóteles, a saber: “os campos de conhecimento seriam definidos por seus objetos e métodos, sendo que aqueles campos que tivessem objetos e métodos próprios seriam considerados ciências” (Beltran, 2014, p.43).

A definição de HC que trouxemos está de acordo com Beltran (2014, p.44) que a coloca da seguinte forma: “História da Ciência é o estudo da(s) forma(s) de elaboração e transmissão de conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em diferentes épocas e culturas”.

A HC constitui um cenário amplo ideal para realização de reflexões acerca da elaboração e utilização de conhecimentos sobre natureza, técnica e sociedade. Porém, para propormos uma discussão à luz da HC, devemos, segundo Beltran (2014), considerar três

esferas: epistemológica, historiográfica e contextual (Ciência e Sociedade), articuladas da seguinte forma:

Figura 11 – As três esferas de análise



Fonte: Beltran (2014, p. 46)

A figura proposta acima, representa a comunicação da HC com as três esferas do conhecimento, o que apresenta de maneira explícita o caráter interdisciplinar intrínseco desta área do conhecimento.

Além disso, posto que a História da Ciência necessita ser narrada/contada, precisamos aguçar o nosso olhar para os ideais de quem constrói a narrativa. A escrita da HC pode ser orientada e estar ligada a fatores e ideais de quem a escreve, refutando a possibilidade de uma HC neutra, pois “toda narrativa da História da Ciência é historiograficamente orientada” (Beltran, 2014, p. 31). Deste modo, precisamos discutir algumas tendências historiográficas, entendendo a historiografia como a “escrita da história” (Beltran, 2014, p. 31).

Atribui-se a Georges Sarton,² no início do século XX, o estabelecimento da História da Ciência. Sarton organizou eventos internacionais sobre a HC sendo editor e fundador de

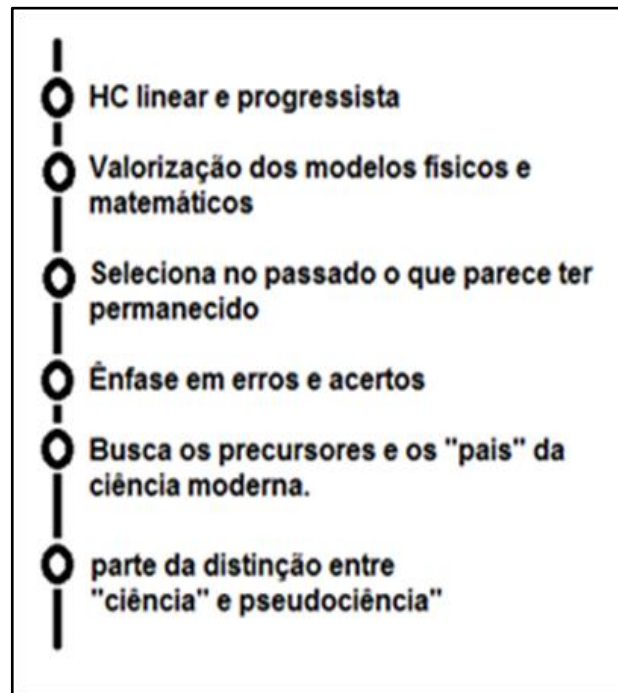
² Seguidor convicto das ideias positivistas de Auguste Comte, idealizador do positivismo no começo do séc. XIX.

um importante periódico. Foi ainda autor de diversos livros e artigos tornando-se o principal nome responsável pela promoção da HC.

Deste modo, Sarton foi um grande disseminador da HC e da forma como ele a concebia. O autor buscava na HC encontrar a gênese de um campo do conhecimento contemporâneo à sua época, considerando o progresso civilizatório. Para tal, fazia uma varredura histórica pelos principais feitos científicos e os seus responsáveis. Entretanto, Sarton deixaria de fora da historiografia por ele construída, todo conhecimento considerado como “erro” ou que não se enquadrasse em sua concepção de Ciência real e verdadeira, refutando, por exemplo, a alquimia e a astrologia, classificando-as como pseudociência (Beltran, 2014, p. 34).

Sarton apresenta então uma historiografia alicerçada na linearidade, onde os feitos científicos são organizados de maneira cronológica e acumulativa, alocados numa via reta e única até culminar na ciência moderna. Beltran (2014, p. 34) define esse formato de historiografia como tradicional e apresenta suas características na figura seguinte.

Figura 12 – Historiografia tradicional



Fonte: Beltran (2014, p. 34).

Esse modelo historiográfico tradicional, que busca no passado as justificativas para a Ciência moderna, refutando os erros, valorizando somente os acertos, numa perspectiva contínua de exaltação única da genialidade dos “pais” da Ciência, tornou-se hegemônica no início do séc. XX.

Porém, deparou-se com as primeiras correntes divergentes no ano de 1930, colocadas pelos alunos de Lynn Thorndike (1882-1965). A escola de Thorndike buscou considerar os diferentes conhecimentos existentes, englobando erros, acertos e uma enorme gama de saberes antes desprezados pela reconhecida “Ciência verdadeira”, abrindo espaço para o que antes fora posto como pseudociência: “Os estudos como o de Lynn Thorndike (1882 – 1965), que pensava a transformação da ciência a partir de uma perspectiva operativa, fornecendo um leque de possibilidades que iam da magia ao experimentalismo, começam a ganhar adeptos” (Beltran, 2014, p. 35).

Embora tal movimento não tenha tomado grandes proporções, dado que as narrativas ainda possuíam forte cunho linear e positivista, a escrita sobre a HC dá sinais, ainda que discretos, de uma valorização de saberes produzidos pela vivência dos próprios indivíduos, das suas experiências e das aplicações de tais conhecimentos, considerando em igual período a valorização de aspectos políticos e sociais.

O entrelaçar da Ciência com as questões sociais e econômicas se manifesta de maneira evidente no ano de 1931 onde, de acordo com Beltran (2014, p. 36), apresentou-se no II

Congresso Internacional de História da Ciência e Tecnologia (realizado em Londres) um trabalho com considerações sobre como os trabalhos de Isaac Newton foram influenciados pela sociedade e economia. O trabalho intitulado “As Raízes Socioeconômicas da Mecânica de Newton” de Boris Mikhailovich Hessen (1931) lançou uma nova perspectiva da HC, conhecida como Externalista, em oposição à perspectiva hegemônica Internalista. Boris Hessen (1893-1962) choca-se frontalmente com a proposta historiográfica tradicional. O autor propôs a retirada da lente de aumento que amplia somente a indubitável genialidade de Isaac Newton, sugerindo argumentos na direção de que a obra do renomado físico estava inserida dentro do contexto social de sua época: “Hessen argumenta que Newton, de acordo com a historiografia tradicional, seria um gênio à frente de sua época; no entanto, seu trabalho atendia às expectativas do período” (Beltran, 2014, p. 36-37).

Fragilizando a base estrutural da historiografia continuísta, surgem outros autores neste mesmo período. Gaston Bachelard apresenta em seus trabalhos traços de rupturas na História da Ciência mas, ainda calcado na cronologia, busca pelos grandes vultos da Ciência, suas contribuições e pelos acertos e transposição dos “erros” que alavancaram a Ciência, porém expressando ainda presença de elementos continuístas: “Embora Bachelard tenha rompido com a visão continuísta e cumulativa do desenvolvimento da ciência, sua ideia de progresso científico continuou fundamentada no positivismo” (Beltran, 2014, p. 39).

Ainda sobre Bachelard, uma característica marcante de sua historiografia é o posicionamento do seu ponto de partida ser colocado no presente. Beltran (2014, p. 61) coloca que, para Bachelard, era o presente que iluminava o passado e nesse processo constituiu-se um anacronismo no entendimento das construções e formulações científicas.

A forma como Bachelard desenvolve sua narrativa sobre a HC sofreu críticas abertas de Butterfield que, em 1949, publicou a sua obra “As origens da ciência moderna”, tendo grande repercussão. Este argumentava que analisar a HC partindo da época presente privilegia determinados grupos da sociedade, pois é contada com parcialidade por historiadores que tomam partido, favorecendo e realçando as contribuições de grupos principalmente de natureza protestante na evolução da Ciência, desconsiderando a presença e influência de outras religiões: “A História da Ciência, nessa perspectiva, tende a enaltecer os valores cristãos (protestantes), não leva em consideração a inter-relação entre as diferentes religiões” (Beltran, 2014, p. 39).

Bachelard e Butterfield, ainda que divergindo em alguns aspectos de suas construções historiográficas, sem dúvida, apontam para o início de uma ruptura com o modelo continuísta. No entanto, ainda apresentam uma narrativa comprometida principalmente com os aspectos

internos da HC, sem considerar o pano de fundo social que serve como base de apoio sustentável para o desenrolar da construção científica. Tanto Bachelard quanto Butterfield articulam suas historiografias no sentido de resgatar os saberes esquecidos/apagados ou retirados da linha temporal percorrida pela Ciência.

As histórias da ciência de Bachelard e Butterfield, por exemplo, privilegiam apenas os aspectos conceituais da ciência. Em linhas gerais, o que importava nessa perspectiva historiográfica era o encadeamento formal das ideias subtraídas, muitas vezes do contexto social (Beltran, 2014, p. 40).

A ruptura do modelo historiográfico continuísta se dá em 1962 quando Thomas Kuhn publica a sua obra “A Estrutura das revoluções Científicas”. Kuhn evidencia a ruptura na HC quando discute a impossibilidade de comparações entre teorias de diferentes épocas. Como dito, o autor argumenta, ao analisar as “pequenas” revoluções científicas, que uma mudança de paradigma não deriva do aperfeiçoamento de um paradigma ou ideia já existentes, pela própria impossibilidade de comunicação entre eles. Thomas Kuhn inaugurou uma nova forma de se olhar para HC, associando a produção científica ao contexto de uma época. A maneira como Thomas Kuhn percebe a HC destitui a Ciência de sua soberania, porém sem ignorá-la, a colocando em condições de igualdade com os diferentes saberes produzidos em suas determinadas épocas (Beltran, 2014). As ideias de Kuhn eram inovadoras, porém devemos destacar como colocado por Beltran (2014, p. 42), que o seu descontinuísmo apresentava um caráter radical, ignorando possíveis continuidades que ocorressem eventualmente.

Foi ainda na década de 60 que surgiram novas correntes historiográficas. Yates, em 1964, publicou a obra “Giordano Bruno e a Tradição Hermética”, onde apresentava argumentos que defendiam a forte influência das ideias herméticas e místicas na sua concepção de modelo heliocêntrico, o que não o coloca na vanguarda do conhecimento científico, mas na verdade propõe justamente o oposto, um pesquisador de sua época, trabalhando com os saberes, ideias e convicções próprias de seu tempo. Outro nome do mesmo período foi Walter Pagel (1898 – 1983) que trabalhou no resgate de nomes excluídos da historiografia continuísta apresentada por Sarton. Pagel publica em 1956 a obra “Paracelsus, uma introdução à filosofia médica no renascimento”, que propunha, segundo Beltran (2014, p. 43) a análise e compreensão de personagens históricos da Ciência através de uma perspectiva baseada no pensamento e época em que viveram.

Os trabalhos de Pagel influenciaram Allen G. Debus (1926-2009) que abre espaço para um ineditismo na forma de se pensar a História da Ciência. Ao analisar os paraceltistas, dentro de um recorte temporal, Pagel observa que tais pensadores propunham mudanças de

paradigmas no tema relacionado à estrutura da matéria, buscando novos modelos. Porém, tais personagens ainda continuam arraigados por antigas concepções aristotélicas, sugerindo que a química, ainda que sendo elevada ao *status* de Ciência, permanecia influenciada pela alquimia e pelo misticismo, o que traz a tona a descontinuidade historiográfica da Ciência, mas deixando evidente a ligação/coexistência entre as duas correntes historiográficas, o continuísmo e o descontinuísmo.

Enquanto para muitos historiadores a Química teria se transformado em ciência ao se libertar das amarras dos conhecimentos arcaicos e dos saberes ocultos, Debus demonstra que a filosofia química, não mecanicista e qualitativa perduraria ainda no século XVIII (Beltran, 2014, p. 45).

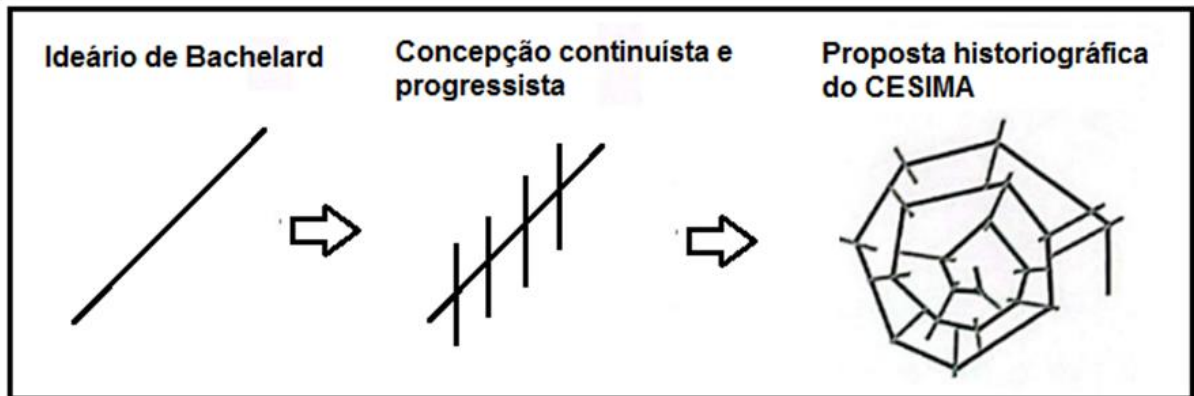
Uma análise minuciosa sobre os escritos de Isaac Newton foi feita por Pyo Rattansi, que destaca a influência hermética, religiosa e alquimista na obra de Newton, enquadrando-o como um gênio pensador característico de sua época e permeado por todas as esferas filosóficas presentes na Inglaterra do século XVII. Rattansi ataca severamente as correntes historiográficas que desconsideram as influências herméticas e alquimistas da obra de Isaac Newton. O epistemólogo Canguilhem, segundo Beltran (2014, p. 46), mostra que os estudiosos apresentam diferentes versões historiográficas da Ciência, de acordo com as relações que cada um estabelece com as instituições sociais.

Para Beltran (2014, p.46), a historiografia da Ciência, atualmente, ganha novos contornos com as pesquisadoras do Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência (CESIMA), que desenvolveram uma abordagem própria da historiografia, analisando documentos e conhecimentos de maneira contextualizada, com um olhar abrangente que visa englobar os saberes esquecidos pela Ciência. Essa nova abordagem evidencia a continuidade e as rupturas ocorridas ao longo do processo histórico, auxiliando ainda no resgate das contribuições dadas pelas ciências tidas como “mortas”, tal qual é o caso da alquimia: “Por meio do mapeamento de conhecimentos e a contextualização dos documentos, novas leituras puderam ser feitas de forma a considerar também que os valores não preferenciais da ciência fossem incluídos” (Beltran, 2014, p. 46).

Essa Nova Ciência resgata e inclui valores que até então não eram válidos, como é o caso da Alquimia, uma ciência antiga já dada como morta.

A figura abaixo busca ilustrar como a historiografia da Ciência se modificou ao longo do tempo.

Figura 13 - Evolução historiográfica da Ciência



Fonte: Adaptado de Beltran (2014).

As mudanças discutidas nesta seção nos permitem passar desde uma historiografia tradicional da História da Ciência, construída linearmente por poucos indivíduos, até uma historiografia que valoriza o conhecimento prévio, sendo melhor representada como uma teia, uma construção social coletiva, interligando-se diversificados saberes de diferentes povos e culturas no desenvolver de uma linha temporal que se conecta com diferentes épocas num movimento não linear.

2.2.1 As abordagens da HC: Internalista e Externalista

Há diferentes abordagens da História da Ciência, iremos nos ater especificamente as abordagens Externalista e Internalista nesta seção.

A abordagem Externalista da HC coloca que a Ciência é uma construção influenciada pela ação de fatores externos de natureza social, institucional, religiosa, econômica entre outros, que não estão ligados diretamente às questões intelectuais do pensamento científico.

Para Beltran (2014, p. 37), a corrente externalista trata a Ciência como uma atividade fruto da ação humana, não podendo ser estudada e compreendida de maneira descolada das esferas político, sociais e econômicas de sua época.

Contudo, abordar a Ciência por um viés exclusivamente externalista, pode reduzir o campo das discussões e dos debates entre os especialistas da área, o que acarretaria enorme prejuízo para o fazer científico: “a perspectiva externalista não privilegia o debate entre diferentes teorias que envolveram estudiosos de um determinado período e elimina toda a complexidade envolvida no processo do fazer da ciência” (Beltran, 2014, p. 38).

Já a abordagem Internalista justifica-se completamente na racionalidade dos saberes internos pertencentes à Ciência, entendendo que as convicções e crenças sociais e políticas

dos cientistas não influenciam, tampouco são considerados para validação de teorias e leis, sendo tais fatores externos completamente irrelevantes para esta abordagem.

Beltran (2014) destaca que a Ciência vista exclusivamente a partir da corrente internalista a pressupõe como neutra, autônoma e detentora de um sistema próprio sem dependência social.

Para que se tenha uma real visão de como se dá a construção do conhecimento, deve-se considerar o processo e contexto social de seu desenvolvimento. De outra forma, pela análise direta dos resultados, teremos o falso entendimento de que os saberes modernos são mais bem elaborados quando comparados de forma anacrônica com as construções passadas: “Uma historiografia centrada apenas na análise interna de um documento é anacrônica e não permite que sejam avaliadas as condições próprias de uma época na qual aquele conhecimento foi produzido” (Beltran, 2014, p. 38).

Para analisarmos o desenvolvimento da Ciência, segundo Zanetic (1984, p. 33) é comum dividirmos esta análise em “internalistas” e “externalistas”, sendo as primeiras responsáveis por uma abordagem epistemológica das Ciências, da relação entre suas teorias, trazendo a lógica para descoberta, explorando sua consistência interna e dando destaque para os grandes nomes da Ciência. Ainda para este autor, as abordagens externalistas buscam entender como as influências sociais atuam no desenvolvimento científico, de que modo às demandas sociais são capazes de afetar as temáticas e as teorias científicas em diferentes contextos e períodos históricos.

Discutir temas em Física a partir da HC tem por finalidade apresentar ao estudante que o “conhecimento científico” e tecnológico é desenvolvido ao longo do tempo, com progressos e retrocessos, possuindo atravessamentos e sofrendo influências das diferentes épocas e contextos sociais, não estando toda base da Ciência fundamentada no trabalho desenvolvido exclusivamente pelos seus cientistas.

Na nossa proposta, os aspectos internalistas consistiriam nas discussões da academia sobre os conceitos referentes ao lançamento de projéteis, principalmente à luz da mecânica de Newton. [...] O progresso da balística deu-se de mãos dadas com o trabalho dos mais proeminentes físicos. Galileu desenvolveu a trajetória parabólica de uma bala: Torricelli, Newton, Bernoulli e Euler ocuparam-se da investigação do voo de uma bala através do ar, estudando a resistência do ar e as causas de seu desvio (Hessen, 1984, p. 46).

Já os aspectos externalistas circunscrevem-se aos processos políticos, sociais e econômicos envolvidos na produção e utilização dos artefatos tecnológicos (a catapulta, o

canhão e o lançamento de mísseis) propostos para estudo e compreensão de seus desdobramentos na sociedade.

Os estudos de balística desenvolvidos por estes grandes pensadores elevaram as peças de artilharia a um novo patamar, como colocado por Hessen (1984, p. 46), perdendo seu caráter medieval e sendo incorporada à exércitos por diferentes países.

Essa abordagem integrada permite mostrar que a tecnologia presente nos artefatos tecnológicos desenvolveu-se até estar presente em outros artefatos bélicos como canhões e grandes peças de artilharia. Evidenciando, assim, que a Ciência modifica a sociedade, mas também sofre influências desta última, como presente na mensagem enviada por Galileu aos Florentinos.

Por isso, Galileu deu muita atenção ao problema da queda livre dos corpos. Pode-se verificar como seu trabalho estava relacionado aos interesses da artilharia e da balística pelo fato de que ele começa suas “Demonstrações Matemáticas” com uma mensagem aos florentinos, na qual elogia a atividade do arsenal de Florença salientando que o mesmo fornece um rico material para o estudo científico (Hessen, 1984, p. 46).

Desta forma, buscamos evidenciar como a abordagem externalista está presente no fazer científico, discutindo a compreensão e a estruturação do fazer Ciência dentro de um emparelhamento com a conjuntura social da época, numa tentativa de se estabelecer conexões entre a Ciência e as demais esferas da sociedade.

Devemos ainda ter o cuidado para não privilegiar uma das abordagens em detrimento da outra, trabalhando no intuito da busca pelo equilíbrio entre as formas de abordagens da HC aqui apresentadas. A importância de que ambas devam ser evidenciadas é apontada por Beltran (2014, p. 38) no seguinte posicionamento: “Assim, os debates entre estudos internalistas ou externalista perdem o sentido, uma vez que ambos devem ser considerados”.

Enfatizamos a necessidade da articulação entre estas duas abordagens da HC para promoção de um ensino de Física crítico. Abrantes (2002) acredita que a principal função da HC é desenvolver um senso crítico no ensino das Ciências, sobretudo a de cunho mais externalista, que pode “contribuir para uma compreensão de como se dá a inserção da atividade científica na sociedade e as relações do conhecimento científico com diversos setores da cultura” (Abrantes, 2002, p. 87).

Embarcando nessa trama entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, nos voltamos para uma proposta de ensino que seja capaz de questionar as verdades postas em um determinado período histórico e avaliar se permanecem consolidadas ainda em tempos atuais, como por

exemplo, o uso indiscriminado de tecnologias com a argumentação de se obter maior bem-estar social. Nesse sentido, Beltran (2014, p. 101) coloca-se da seguinte forma:

A História da Ciência vem sendo valorizada por professores e educadores envolvidos nos diversos níveis de ensino. Tal interesse fundamenta-se nas possibilidades que a abordagem da História da Ciência oferece para reflexão e discussão da gênese e da transformação de conceitos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades.

A nossa proposta de Ensino de Física sob a abordagem CTS focada na HC, tenta promover uma análise das descobertas e fatos científicos de uma época, permitindo ao estudante refletir sobre como a sociedade e suas ideias atravessam a Ciência e de que maneira esta devolve tais influências que impactam o desenvolvimento da civilização.

Buscamos, ao trazer a HC para o Ensino de Física na 1ª série do ensino médio, desconstruir, junto aos docentes e discentes, a ideia de que a Ciência é algo distante de suas realidades e feita de maneira neutra somente por pessoas dotadas de grande talento e genialidade.

Ressaltamos que em hipótese alguma queremos minimizar a genialidade e feitos dos grandes vultos da Ciência, o que se pretende é apontar para uma Ciência construída de maneira coletiva, propondo um engajamento do estudante no tocante às questões científicas que circundam a sua realidade, favorecendo o seu envolvimento e direcionando o ensino de Física para uma formação cidadã.

O resultado desse modelo historiográfico continuísta, que obrigava a ciência a olhar para o passado e selecionar apenas o que havia permanecido, é anacrônico e indica que todo o conhecimento do passado tinha como objetivo evoluir para chegar à ciência de hoje. Como consequência, tem-se uma história feita pelos grandes nomes da ciência, verdadeiros gênios solitários, que se tornariam os “pais” ou “precursores” de uma determinada área do conhecimento, desconsiderando toda a complexidade do fazer científico, os debates ocorridos, a convivência de diferentes ideias num mesmo período e mesmo as influências sociais e econômicas que norteiam a Ciência (Beltran, 2014, p. 35).

Romper com essa visão, propondo-se aos alunos a construção de artefatos tecnológicos que propiciem a utilização de conceitos/conteúdos técnicos inerentes à disciplina de Física na solução de possíveis problemas com os quais os alunos se defrontaram, lhes proporcionando ainda a possibilidade de realizar uma oportuna reflexão sobre o reverberar da(s) tecnologia(s) na Sociedade. Promover a aproximação da HC e do ensino possibilita a construção e/ ou reconstrução de conhecimentos (Beltran, 2014).

A História da Ciência permite-nos questionar a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, buscando uma reflexão sobre o tipo de Ciência e Tecnologia que se produz e a

relação destas com o futuro, bem-estar social e do ambiente. Possibilita discutir a relação entre a Sociedade e a Tecnologia, posto que o crescimento exacerbado da tecnologia não implique necessariamente em progresso ou qualidade de vida, a exemplo do que o mundo presenciou com o uso massivo de Tecnologia durante as duas grandes guerras mundiais.

Por fim, auxilia na desconstrução da ideia de Ciência como pura e neutra, inclinando-se para uma perspectiva dela como elemento cultural da sociedade, que abarca pressupostos políticos, religiosos, filosóficos, sociológicos e relacionados ao capital.

A História da Ciência foi utilizada como recurso para que seja proposto o Ensino de Física associado aos valores humanos, evidenciando que cada nação desenvolve o fazer científico permeado pela sua própria história e realidade social, desenvolvendo novos “acordos” entre a Ciência e a Sociedade.

2.3 Revisão da literatura: articulação da abordagem CTS à HC segundo a área

Durante a nossa pesquisa foi feita uma revisão de literatura que procurou trazer aprofundamentos sobre a articulação da abordagem CTS com a HC, reunindo a maior quantidade de informações existentes e estudos anteriores.

[...] a revisão da literatura é responsável por traçar um panorama da literatura profundo a respeito do tema escolhido, apresentando as principais abordagens e o corpus da teoria acumulada sobre uma temática, o referencial teórico é construído em um ou mais tópicos, oferecendo um claro alinhamento com os objetivos da pesquisa (Azevedo, 2016 *apud* Mariano, 2017, p. 431).

O objetivo desta etapa foi condensar a maior quantidade de informações referentes à temática da atividade, analisando as produções científicas que relacionam as potencialidades e limitações da inserção da HC como ferramenta de contextualização para o ensino de Física. Fizemos uma busca e reunimos publicações e autores que embasaram a nossa prática, zelando pela seriedade e rigor das informações que compõem o bojo do trabalho.

Realizamos uma revisão sistemática da literatura, utilizando como ferramenta de busca o *site Google Acadêmico* reunindo trabalhos de revisão da literatura que correlacionam o ensino de Física, a abordagem CTS e a História da Ciência.

A busca restringiu-se ao período compreendido entre 2019 e 2024. Com objetivo de encontrarmos os trabalhos com maior proximidade aos interesses da nossa pesquisa, utilizamos como conceitos de busca os descritores: Física AND história da ciência, filtrando por páginas em português e artigos voltados para revisão de literatura, nos remetendo a um total de 326 resultados.

Do total de resultados encontrados selecionamos os textos que trabalhavam com CTS e HC no ensino de Física até a saturação das páginas do buscador, sendo encontrados e destacados quinze textos de revisão da literatura que formaram o nosso *corpus* textual, o qual foi lido na íntegra, na tentativa de identificarmos as potencialidades apontadas pelos autores sobre o ensino de Física na abordagem CTS com foco na HC. Os dados reunidos indicam três dimensões principais de contribuição, a saber: Aprendizagem, Natureza da Ciência e Motivação para o ensino.

2.3.1 Aprendizagem

De acordo com Rodrigues e Santos (2020), Silva, Padilha e Silva Filho (2021), Ricardi (2021) e Pereira, Macêdo e Rodrigues (2019) a utilização de uma abordagem histórica é capaz de trazer significativa contribuição ao processo de ensino/aprendizagem de Ciências.

Na área de ensino em ciências, em geral, e de ensino em física, em particular, tem se discutido a inserção de aspectos referentes à História e Filosofia da Ciência (HFC). As principais pesquisas e posições de especialistas que estudam a HFC na perspectiva do ensino convergem para um consenso quanto aos benefícios da inserção da HFC para o ensino e aprendizagem (Pereira; Macêdo; Rodrigues, 2019, p. 55).

Trazer os elementos históricos da Ciência para as aulas de Física auxilia o estudante na compreensão dos processos que compõem a construção da Ciência ajudando também na compreensão das formulações matemáticas, teorias e conceitos envolvidos na disciplina (Silva; Silva Filho; Padilha, 2021).

[...] os alunos familiarizados com a história da luz e seus contextos históricos, apresentamos a física do comportamento da luz, ondas eletromagnéticas e característica do Sol. Assim, se insere fórmulas, conceitos, compreensão de leitura dos gráficos do espectro eletromagnético e similares. Caso queira, se pode elaborar a criação do disco de Newton para ajudar no entendimento do tema (Dias; Oliveira, 2022, p. 3).

2.3.2 Natureza da Ciência

Já a articulação da História e Filosofia da Ciência para o ensino de Física, de acordo com Florêncio, Silva e Reis (2024) e Deitos, Garcia e Strieder (2021), pode trazer contribuições para que o estudante compreenda a Ciência como uma construção humana, auxiliando na quebra da percepção ingênua de sua neutralidade que, segundo Diniz e Assis (2022), abrange questões externas voltadas para setores como economia, religião, vida social

e política, abarcando também questões internas que discutem o conhecimento científico e os métodos de produção por exemplo.

Há uma forte defesa que a abordagem histórico-filosófica possa contribuir para o aprendizado de conceitos e alteração das percepções distorcidas de ciência nutridas a partir das abordagens tradicionais, isso, pois em contraponto a abordagem tradicional, as estratégias usando a HFC apresentam a ciência como algo de caráter evolutivo e como um componente da cultura humana que influencia e é influenciado por aspectos históricos, sociais e culturais (Pereira; Macêdo; Rodrigues, 2019, p. 54).

Para Ricardi (2021) e Stallbaum e Leite (2024), a História e a Filosofia da Ciência são abordagens capazes de contribuir para aulas criativas e reflexivas, posto que o aluno ao entender a Ciência como uma produção humana irá se posicionar e desenvolver ações críticas, o que para Berto e Lorenzetti (2023) estabelece uma dialogicidade com o ensino de Física que ultrapassa um formato de aprendizagem centrado em provas e procedimentos, abrindo espaço para um aprendizado com significado. “A inclusão das abordagens de história e filosofia da ciência no ensino busca tornar as aulas de ciências mais reflexivas e contestadoras, permitindo que o educando desenvolva seu pensamento crítico” (Ricardi, 2021, p. 10).

2.3.3 Motivação para o ensino

Na perspectiva de Pereira, Macêdo e Rodrigues (2019) e de Preussler e München (2023), a inserção da História e Filosofia da Ciência pode se apresentar como uma estratégia didática de caráter motivador trazendo interesse para o estudante que se encontra diante de um quadro desmotivacional preocupante.

Essa abordagem ampliada da ciência, com enfoque CTS, é um fator que pode despertar o interesse e a participação do aluno, implicando mudanças na atuação e formação dos professores das escolas de Ensino Médio, tendo em vista que a abordagem CTS exige um professor e um aluno protagonistas (Preussler; München, 2023, p. 419).

Os autores Florêncio, Silva e Reis (2024) e Preussler e München (2023) salientam que a História e Filosofia da Ciência constituem uma abordagem pedagógica capaz de inserir as temáticas científicas no cotidiano do estudante. Florêncio, Silva e Reis (2024) destacam a potencialidade desta abordagem trazer significado para o emaranhado de fórmulas e leis na qual o discente é confrontado no ambiente escolar e muitas vezes não encontra significado: “O ensino CTS procura discutir temáticas do cotidiano do aluno e não é conteúdo exclusivo das Ciências da Natureza por apresentar questões sócio-humanísticas e epistemológicas” (Preussler; München, 2023, p. 421). E

A compreensão do mundo em que vivemos é fundamental, e a Física desempenha um papel essencial nesse processo. No entanto, para muitos estudantes, essa disciplina é percebida como complexa e difícil de assimilar... Essas complexidades frequentemente exigem que os alunos se envolvam em abstrações, interpretações e reflexões. Diante desses obstáculos, torna-se crucial adotar práticas pedagógicas diversificadas para facilitar a compreensão dos conceitos. A HFC emerge como uma área de pesquisa valiosa nesse processo de construção do conhecimento (Florêncio; Silva; Reis, 2024, p. 3).

As categorias aqui identificadas foram utilizadas a *priori* como aspectos norteadores na compreensão das respostas obtidas com a realização do Grupo Focal, visto que na literatura foi possível percebermos um pareamento entre as categorias mencionadas pelos autores citados na revisão de literatura e algumas das categorias emergentes do Grupo Focal.

2.4 Em síntese

Utilizamos essas ideias na construção do PE e em nossa pesquisa ao abordarmos conflitos bélicos contemporâneos como as Guerras entre Rússia e Ucrânia / Israel e Palestina, temas que os alunos estão vivendo e convivendo. Percebemos nessa discussão das tecnologias bélicas a possibilidade de trabalharmos conteúdos em Física relacionados ao lançamento de projéteis. E ainda neste aspecto, buscamos trazer reflexões sobre o impacto da Ciência, o seu poder político e o caráter de dominação que podem proporcionar de uma nação sobre a outra, valorizando também questões a nível econômico, posto que a Rússia possui mais recursos que a Ucrânia, assim como os investimentos de Israel se comparado à Palestina, trazendo apontamentos que sugerem como tais Tecnologias podem servir politicamente aos interesses de cada nação.

3 MÉTODO

Considerando o objeto de estudo de nossa pesquisa, entendemos a abordagem de natureza qualitativa como mais apropriada à investigação. De acordo com Minayo (2010, p. 57 *apud* Sousa, 2020, p. 1399), “as abordagens qualitativas se conformam melhor a investigações de grupos e segmentos delimitados e focalizados, de histórias sociais sob a ótica dos atores, de relações e para análises de discursos e de documentos”.

Além disso, por sua caracterização, foram assumidos elementos de uma pesquisa-ação, visto que o professor pesquisador leciona na instituição e fez parte de todas as etapas, o que acarretou uma forte interação entre o pesquisador e o grupo de professores e estudantes. A escolha do método justifica-se a partir das colocações de Thiollent (2022, p. 17), que define pesquisa-ação como:

um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Com base em Tripp (2005), a pesquisa teve três etapas organizadas da seguinte forma: (i) Planejamento - desenvolvida a partir de uma revisão de literatura para ampliação do referencial teórico e fundamentação da construção da SD; e organização de um grupo focal que avaliou e contribuiu com a proposta piloto de SD; (ii) Implementação - com a aplicação do produto educacional junto aos alunos; e (iii) avaliação - com a análise dos dados para a construção do conhecimento e validação do produto.

3.1 Planejamento

Como dito e apresentado anteriormente, no planejamento foi feita uma revisão da literatura que trouxe clareza sobre o tema estudado, reunindo a maior quantidade de informações existentes e estudos realizados anteriormente por outros autores. O objetivo desta etapa foi condensar informações referentes à temática do trabalho. Para isso, foi feita uma análise de publicações que embasaram a nossa pesquisa, zelando pela seriedade e rigor das informações que compõem o bojo do trabalho.

Esses conhecimentos e informações foram aplicados para embasar a construção da proposta de PE, segundo os apontamentos apresentados na subseção 2.4, gerando uma primeira versão da sequência didática.

Nesta etapa também constou a realização do Grupo Focal, com professores da mesma unidade escolar do pesquisador, os quais eram atuantes em diferentes áreas do conhecimento e avaliaram a primeira versão da SD. Para Gatti (2005, p. 7), é importante que os participantes do GF tenham vivência dentro do tema a ser discutido, de tal modo que as suas contribuições estejam baseadas em suas próprias experiências cotidianas.

A escolha do GF respaldou-se em Gatti (2005, p.7) que pontua o crescente aumento desta técnica em pesquisas de caráter qualitativo, privilegiando a discussão dos participantes, qualificados para o debate, proporcionando interações que levem a coleta de material baseado na multiplicidade dos discursos e expressões dos sujeitos.

O objetivo do GF foi promover uma discussão reunindo diversificadas visões do tema em foco, compartilhando múltiplas análises e contribuindo para avaliação da nossa proposta do PE, buscando um olhar mais profundo dos nossos pares e uma interação que agregasse contribuições na construção/reformulação da sequência didática.

O grupo focal adequou-se à nossa pesquisa, por ser uma técnica aplicada em pequenos grupos, favorecendo a discussão aprofundada sobre um tema específico, na busca por respostas e soluções para um determinado problema. Powell e Single (1996, p. 449 *apud* Lopes, 2014, p. 483) definem GF da seguinte maneira: “Um conjunto de pessoas selecionadas e reunidas por pesquisadores para discutir e comentar um tema, que é o objeto de pesquisa, a partir de sua experiência pessoal”.

Santana (2017) corrobora com o exposto, condensando as ideias expostas até este dado ponto da seguinte maneira:

Em síntese, considera-se que a técnica de GF é relativamente importante para estudos qualitativos, uma vez que permite ao pesquisador compreender o objeto da pesquisa, seguindo-se por processo interativo. Para além disso, favorece a compreensão de elementos subjetivos e ideológicos que marcam o discurso e as concepções dos sujeitos participantes, dando margem, inclusive, para que se proponham novos questionamentos para estudos futuros (Santana, 2017, p.54).

Buscamos reunir contribuições a partir das diversas visões docentes sobre o tema em foco para compreender as contribuições da abordagem CTS focada na História da Ciência para o ensino de conteúdos de Física, constituindo múltiplas análises e avaliações da nossa proposta de ensino, buscando um olhar mais aprofundado em relação ao problema exposto. A sequência didática foi revista a partir das contribuições geradas pelo grupo.

O GF aconteceu em uma escola da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, localizada na cidade de Nova Iguaçu e contou com a presença de seis professores concursados e com as suas matrículas lotadas na mesma instituição de ensino, distribuídos em áreas como

física, filosofia, matemática, educação física, ensino religioso e pedagogia. O convite aos docentes para participar do GF foi feito de forma presencial e individual. Após o aceite, foi criado um grupo de *whatsapp* para que pudéssemos melhorar a comunicação dos assuntos referentes à realização do encontro. Desta forma, o Grupo Focal se realizou dentro de um processo colaborativo que transcorreu de forma harmoniosa entre os participantes. A condução foi feita pelo próprio pesquisador, tomando cuidado para que o gerenciamento do grupo acontecesse de forma não tendenciosa.

A condução do grupo focal, de acordo com Gatti (2005, p. 8), deve ocorrer sem ações diretas por parte do mediador, que deve facilitar a comunicação e cuidar para que não se pronuncie, seja positiva ou negativamente, não manifestando suas opiniões pessoais, conclusões ou quaisquer outras formas de intervenções diretas. A autora ainda faz apontamentos sobre a necessidade de o moderador encaminhar as questões e agir no sentido de gerir a fluidez das ideias e a manutenção das trocas interativas.

Este deverá fazer encaminhamentos quanto ao tema e fazer intervenções que facilitem as trocas, como também procurar manter os objetivos de trabalho do grupo. O que ele não deve é se posicionar, fechar a questão, fazer sínteses, propor ideias, inquirir diretamente. Fazer a discussão fluir entre os participantes é a sua função (Gatti, 2005, p. 9).

Este encontro foi registrado com equipamentos de áudio como meio de geração dos dados da pesquisa. Foram apresentadas perguntas aos participantes, estruturadas previamente no formato de roteiro com intuito de nortearmos o grupo dentro do problema proposto, para que se tivessem a emergência de ideias acuradas, buscando soluções que não extrapolassem as fronteiras do nosso problema de pesquisa. De acordo com Gatti (2005), “Como técnica de pesquisa, um grupo focal tem sua constituição e desenvolvimento em função do problema da pesquisa. O problema precisa estar claramente exposto, e a questão ou questões a serem levadas ao grupo para discussão dele decorrerem” (p. 17).

As perguntas contidas no roteiro apresentaram margem para respostas abertas. Gatti (2005, p. 17) nos diz que o roteiro deve ser elaborado de modo a fomentar a discussão, deixando claro quais são os seus propósitos e objetivos, contudo, devendo ser flexível e preparado para incorporar questões relevantes ao debate que sejam levantadas de modo inesperado, deixando o roteiro passível de adaptações ou até mesmo suscetível ao abandono de determinadas questões prévias, em função da interação decorrente no grupo.

Abaixo seguem as perguntas contidas no roteiro e que orientaram a discussão dos participantes.

Tabela 3 – Roteiro do grupo focal

ROTEIRO DO GRUPO FOCAL	
APRESENTAÇÃO	
<p>Nesse momento se dá a apresentação dos objetivos da pesquisa e do grupo focal e dos participantes do grupo. Além disso, deve-se explicar a dinâmica.</p>	
TÓPICOS DE DISCUSSÃO	OBJETIVO
<p><u>Tópico 1:</u> <u>Aprendizagem dos conteúdos de física.</u></p> <p>Direcionamento: Gostaria que vocês comentassem se há possibilidade/potencialidade de a sequência didática promover a investigação e a construção de conhecimento de Física, sobretudo por meio dos aspectos históricos dos artefatos tecnológicos e do lançamento de projéteis pelo corpo discente. Se sim ou não, por quê? Se sim, como?</p>	<p>Saber se a SD apresentada poderá auxiliar o estudante na construção de conhecimentos técnicos vinculados à disciplina de física.</p>
<p><u>Tópico 2:</u> <u>A possibilidade do ensino de Física a partir da discussão dos atravessamentos da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, destacando a natureza da Ciência.</u></p> <p>Direcionamento: Gostaria que vocês comentassem sobre a possibilidade de a SD promover o pensamento crítico em torno dos conhecimentos de Física. Se sim ou não, por quê? Se sim, como?</p> <p>Direcionamento: Que reflexões sobre o desenvolvimento da Ciência e das suas Tecnologias seriam possíveis?</p>	<p>Verificar se a atividade apresenta potencial para suscitar nos estudantes pensamentos críticos-reflexivos acerca do desenvolver Científico e Tecnológico e os seus desdobramentos e consequências para a sociedade.</p>
<p><u>Tópico 3:</u> <u>Potencial para gerar reflexão crítica nas aulas de física por meio da História da Ciência.</u></p> <p>Direcionamento: Gostaria que vocês comentassem/avaliassem a possibilidade de reflexão crítica sobre a Ciência e a Tecnologia, assim como dos conhecimentos de Física, a partir da contextualização do ensino de Física pela História da Ciência. Se sim ou não, por quê? Se sim, como?</p>	<p>Verificar se a História da Ciência será capaz de contribuir para o levante de discussões que evidenciam o caráter de não neutralidade da Ciência, focando em uma Ciência estruturada e atravessada por questões sociais de diferentes magnitudes.</p>

<p>Tópico 4: <u>Avaliação da SD em relação à (i) interatividade com o conhecimento da Física; (ii) reação à SD; (iii) motivação com a SD.</u></p> <p>Direcionamento: Gostaria que vocês avaliassem a SD em relação à (i) interatividade com o conhecimento da Física; (ii) reação à SD; (iii) motivação com a SD. Peço que apontem quais os elementos que contribuem ou que estão ausentes na proposta.</p>	<p>Verificar se durante a execução da prática pedagógica poderá se estabelecer um bom nível de interação entre os participantes.</p>
<p>Tópico 5: <u>Replicabilidade e interdisciplinaridade da sequência didática.</u></p> <p>Direcionamento: Agora, gostaria que vocês comentassem sobre a possibilidade de replicarmos/traduzirmos esta sequência didática em outros contextos e realidades diferentes das apresentadas em nossa unidade escolar; ou para outras disciplinas, trabalhando de forma interdisciplinar. Se sim ou não, por quê? Se sim, como?</p>	<p>Verificar a possibilidade de replicabilidade da atividade na opinião dos docentes, dentre as diversas áreas do conhecimento, assim como o seu potencial interdisciplinar e capacidade para se adaptar a novos cenários.</p>

Fonte: O autor, 2024.

3.2 Implementação: aplicação Produto Educacional junto aos alunos

A segunda etapa consistiu na execução/aplicação da SD e a realização de uma roda de conversa junto ao corpo discente, como forma de validação do nosso produto educacional. As Rodas de Conversa constituem uma metodologia que favorece a participação do coletivo e as suas interações, estimulando o diálogo entre os convidados, fomentando o debate com seus pares, a prática da escuta e o exercício reflexivo dos temas ali colocados.

Três objetivos desta metodologia são pontuados por Afonso e Abade (2008) que ressaltam a possibilidade de difusão da discussão sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade trabalhando de forma vinculada (ou adaptada) à demanda e à realidade das pessoas com quem vamos desenvolver a roda. O que proporciona a criação de um contexto dialógico sobre CTS que potencializa a participação e reduz fatores que possam causar entraves na comunicação do grupo, além de promover a reflexão sobre os temas abordados relacionando-os ao contexto na qual os participantes estão inseridos promovendo a ressignificação desses temas.

O objetivo da aplicação desta roda de conversa foi verificar junto ao corpo discente as potencialidades e fragilidades da SD para um ensino de Física atravessado pelos ideais CTS e a dimensão histórica da Ciência como ferramenta de contextualização, de forma a validar a nossa pesquisa e conseqüentemente o nosso produto educacional. Avaliou-se as contribuições

da SD para o Ensino de Física; mais especificamente se houve, ou não, contribuição da História da Ciência com a abordagem CTS por meio das estratégias de contextualização propostas no Produto Educacional.

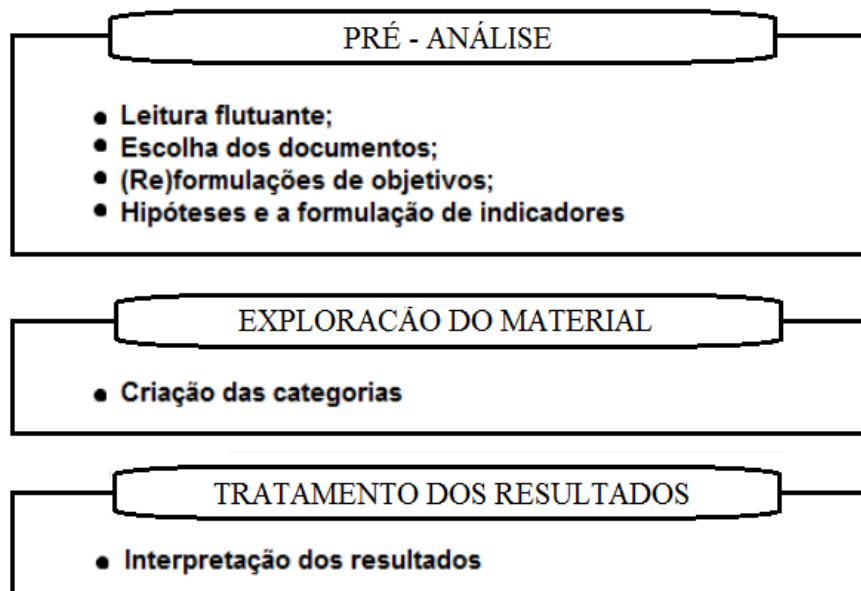
3.3 Avaliação: análise dos dados

Para a análise dos dados, utilizamos a Análise de Conteúdo segundo Laurence Bardin (2004). Esta técnica articulou-se bem com o tipo de pesquisa adotado e os instrumentos utilizados para coleta de dados. Trata-se de um método que busca analisar o conteúdo sob diversas perspectivas, considerando-se não apenas dados de natureza quantitativa, mas também possibilitando ao avaliador inferir e analisar indicadores de natureza qualitativa. Bardin (2004) nos traz Análise de Conteúdo como técnica de

análise das comunicações, que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem as inferências de conhecimentos relativos de condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2004, p. 41 *apud* Sousa, 2020, p. 1400).

A técnica de Análise de Conteúdos se divide em três etapas, a saber: (i) pré-análise, (ii) exploração do material; e (iii) tratamento dos resultados. Sousa (2020, p. 1401) traz um quadro que mostra de forma simplificada os processos envolvidos na técnica de Análise de Conteúdos proposta por Laurence Bardin.

Figura 14 – Síntese da técnica de análise de conteúdos segundo Laurence Bardin



Fonte: Sousa (2020, p. 1401).

(i) Pré-Análise: Esta fase estruturou-se essencialmente pela organização dos materiais que foram utilizados na pesquisa: leituras, documentos,³ elaboração de objetivos e hipóteses. A etapa buscou organizar as fases estabelecidas na pesquisa, definindo uma lógica passível de mudanças, capaz de conduzir da melhor maneira o fluxo de operações realizadas.

É a fase de organização propriamente dita. Corresponde a um período de intuições, mas, tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise (Bardin, 1977, p. 95).

Neste momento, foram estabelecidas duas etapas dispostas da seguinte forma: (a) escolha dos documentos a serem analisados e a (b) formulação dos indicadores que fundamentaram a interpretação final, não estando às etapas subordinadas a esta ordenação cronológica, ainda que, cada uma dessas ordens, estejam intimamente relacionadas entre si (Bardin, 1977).

(a) Na formação de um *corpus* documental para análise, estivemos atentos a importantes regras seletivas. Não foi deixado de fora nenhum participante, em função de qualquer que tenha sido a dificuldade apresentada. Feitas as transcrições, realizamos inicialmente o que a Bardin (1977, p. 96) chama de leitura flutuante, com objetivo de internalizar as ideias textuais, auxiliando e embasando as nossas análises.

Todo corpo documental em posse do pesquisador, buscou servir, de maneira pertinente, como fonte de consulta/análise aos objetivos que desencadearam a pesquisa.

(b) Na leitura flutuante, buscou-se por indicadores que sinalizassem algum tipo de resultado durante a nossa pesquisa, para iniciarmos a categorização dos dados em unidades passíveis de comparação, como sugere Bardin (1977, p. 100), possibilitando-se uma análise por recorrência temática e de modalidade de codificação para o registro de dados por meio de marcações/numerações que foram feitas no corpo textual, conservando as gravações originais para futuras consultas.

(ii) Exploração de material: fase que objetivou categorizar o material de trabalho, embasado nos referenciais teóricos sobre a qual a pesquisa se debruçou. A exploração do material é muito dependente da fase anterior, a pré-análise. Esta etapa consistiu no gerenciamento das resoluções tomadas na 1ª fase, em busca de uma categorização ou codificação do material, lançando mão dos processos de análises balizados pelo referencial

³ Pela natureza e desenvolvimento da pesquisa, não assumimos nessa etapa os procedimentos de elaboração de hipóteses.

teórico proposto. Sousa (2020, p. 1401) afirma que a análise categorial consiste no desmembramento e posterior agrupamento ou reagrupamento das unidades de registro do texto. Segundo Bardin (1977, p. 101), “a fase de análise propriamente dita não é mais do que a administração sistemática das decisões tomadas [...] Esta fase, longa e fastidiosa, consiste essencialmente de operações de codificação, desconto ou enumeração, em função de regras previamente formuladas”.

Durante esse processo inicial de análise, enumeramos as falas dos professores que fundamentaram a criação de cada categoria, podendo tais falas serem identificadas através da utilização de identificação numérica.

(iii) Tratamento dos dados: neste estágio foi feita a interpretação dos dados coletados através dos instrumentos. O pesquisador buscou significado através de uma análise crítico-reflexiva. Para tal, conectou-se de maneira “lógica” as informações extraídas das análises, fazendo inferências e interpretações. Para Sousa (2020, p. 1402), este é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica. “O analista, tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas” (Bardin, 1977, p. 101).

A constituição das categorias dos dados do Grupo Focal se deu a *posteriori*, pois emergiram espontaneamente da análise que os docentes fizeram da SD apresentada, não havendo qualquer tipo de sugestionamento. Já as categorias estabelecidas da análise das atividades realizadas com os estudantes se deram a *priori*, visto que o olhar do pesquisador foi sugestionado pela discussão previamente estabelecida pelo GF. Deste modo, buscando identificar em tais práticas a presença de categorias já antes mencionadas.

3.4 Cenário empírico

Teve-se como cenário empírico o Colégio Estadual Califórnia, uma escola pública da Secretaria Estadual de Educação (SEEDUC) do Estado do Rio de Janeiro, localizada no município de Nova Iguaçu. O professor-pesquisador é docente na unidade escolar, concursado e lotado nela.

3.4.1 Participantes e aspectos éticos da pesquisa

Antes de iniciarmos a pesquisa esta foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o número de Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 70361923.0.0000.9047, e posterior aprovação, efetivada pelo parecer n. 6.237.690.

Os participantes da pesquisa foram professores do Colégio Estadual Califórnia e os alunos da primeira série do ensino médio, matriculados na turma 1001 desta mesma instituição, totalizando 38 sujeitos dos quais, seis são professores e 32 são estudantes. A amostra se restringiu aos professores e aos alunos que concordaram e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e obtiveram autorização dos/as seus responsáveis, expressa pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); não sendo utilizados na pesquisa os dados dos participantes que não derem seu consentimento.

O processo de consentimento livre e esclarecido tem por objetivo permitir que a pessoa que está sendo convidada a participar de um projeto de pesquisa compreenda os procedimentos, riscos, desconfortos, benefícios e direitos envolvidos, visando permitir uma decisão autônoma. A obtenção de consentimento livre e esclarecido é um dever moral do pesquisador, é a manifestação do respeito às pessoas envolvidas no projeto. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido documenta a autorização do sujeito da pesquisa e permite que as informações básicas possam ser mantidas para leitura posterior (Goldim *et al.*, 2003, p. 372).

É importante mencionarmos que todos os estudantes participaram da prática pedagógica sem qualquer forma de prejuízo para o discente, independentemente de terem assinado o TALE e/ou o TCLE, ou mesmo nos casos de recusa da assinatura dos responsáveis.

Os professores foram convidados a participar pessoalmente, pelo próprio professor-pesquisador responsável pela pesquisa, sendo necessário, para participação de cada professor, a concordância e assinatura do TCLE para maiores de idade, não sendo utilizados na pesquisa os dados dos professores que não deram seu consentimento.

O convite para participar da pesquisa foi feito para os alunos através de uma reunião com a presença do pesquisador, professores, direção da unidade escolar e os próprios estudantes. A reunião buscou o esclarecimento de todos os aspectos referentes à pesquisa, como objetivos, etapas, além de toda e qualquer dúvida que pudesse permear os possíveis participantes. Nesse encontro, os alunos receberam o TALE.

A transmissão coletiva de informações no processo de consentimento livre e esclarecido auxilia na adequada compreensão do projeto de pesquisa, pois permite mais tempo e o uso de outros recursos, tais como meios audiovisuais, habitualmente não utilizados na sua obtenção. O indivíduo adequadamente informado está em

melhores condições de exercer livremente a sua escolha entre participar ou não de uma pesquisa. Estas características melhoram a qualidade global do consentimento obtido (Goldim *et al.*, 2003, p. 374).

Já o momento de consentimento livre e esclarecido com os pais e responsáveis foi feito através de comunicado via *e-mail*, convidando-os para uma reunião, na qual seriam apresentados os dados, informações e esclarecimentos pertinentes à realização da pesquisa. As dúvidas por parte dos responsáveis foram recebidas e respondidas durante a reunião ou através do *e-mail* e telefone do pesquisador.

3.4.1.1 Dos Riscos e Benefícios

A pesquisa realizada foi considerada de baixo risco, visto que não há pesquisa sem riscos: “‘Risco’ é uma palavra que expressa ‘probabilidades’ e, quando usada em relação à pesquisa, expressa a probabilidade de ocorrer danos durante a pesquisa” (Derrick, 2017, p. 322). Considerou-se também que a participação por si só em uma pesquisa, onde não se sabe de forma prévia qual será o seu resultado, já é capaz de gerar incertezas ou até mesmo algum grau de ansiedade, podendo ocorrer desdobramentos psicológicos negativos para o participante. O próprio tempo destinado pelo sujeito que fez parte da pesquisa, que o poderia estar utilizando para outros fins, já pode ser interpretado como dano.

A nossa pesquisa ofereceu um risco muito pequeno de danos físicos em função da manipulação de tesouras, pistola de cola quente e durante a etapa de arremessos de pequenos objetos com a utilização da catapulta. As medidas tomadas pelo pesquisador para minimizar tais riscos, se deram pela utilização de tesouras sem pontas, utilização de luvas para manipulação da pistola de cola quente e o uso de óculos de proteção individual durante a etapa de arremessos.

Os riscos associados aos fatores psicológicos, tanto para os estudantes, quanto para os professores, decorrem de vergonha, cansaço, constrangimento e medo de não saber responder as perguntas. As medidas preventivas adotadas pelo pesquisador, foram a preparação de ambiente adequado para realização da prática pedagógica, realização de perguntas objetivas, olhar atento aos sinais de desconforto, possibilidade para interrupção da participação, garantia de recusa a responder a qualquer pergunta e do sigilo dos dados com a utilização de nomes fictícios.

Alguns possíveis benefícios para os estudantes em participarem da pesquisa, se deram na possibilidade de se construir conhecimento em física, aplicando os conceitos e formulações

matemáticas de forma prática, além da formação de uma consciência crítica acerca da Ciência, do “Conhecimento Científico” e das suas Tecnologias, contribuindo para a formação de um cidadão que seja capaz de refletir e participar ativamente de decisões sociais que envolvam a Ciência e seus desdobramentos sociais.

Já para os professores participantes, os benefícios apareceram na possibilidade da discussão e desenvolvimento de novas metodologias de ensino com seus pares, favorecendo o intercâmbio de ideias e promovendo a melhor compreensão da realidade escolar local, fomentando a revisão e o repensar das práticas pedagógicas, assim como o desenvolvimento de estratégias e materiais que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem.

4 RESULTADOS

A partir dos procedimentos de análise foram gerados dois blocos de resultados, o primeiro referente ao Grupo Focal e o segundo à aplicação da SD junto aos estudantes. Para explicitação da análise e exemplificação dos dados obtidos com a realização do grupo focal, apresentamos as categorias que emergiram das falas dos docentes, das quais retiramos excertos que foram codificados por numeração para comprovar as inferências e interpretações realizadas. No caso, foram identificadas dez categorias temáticas, sendo uma delas (alienação do trabalho) responsável por alterações na proposta piloto do Produto Educacional. Cabe salientar que, para a geração das falas, os professores participantes do GF receberam previamente uma cópia da SD no formato digital em arquivo PDF e outra no formato impresso no início da realização do GF. Todos os docentes são concursados pela Secretaria de Estado de Educação do Estado do Rio de Janeiro (SEEDUC) e suas matrículas estão lotadas no Colégio Estadual Califórnia, instituição que compõe o cenário empírico de nossa pesquisa. Os docentes participantes foram identificados por letras aleatórias no lugar de seus nomes, da seguinte forma: Professor Albert Salles - Física - Professor pesquisador, Professor A- Biologia, Professor B- Matemática, Professor C- Educação Física, Professor D- Sociologia, Filosofia e Ensino Religioso, Professor E- Física e Matemática e Professor F- Física.

A SD pôde ser validada pelo GF em função do reconhecimento unânime do corpo docente das potencialidades que a prática traz para um Ensino de Física crítico-reflexivo através dos ideais CTS e da sua dimensão histórica. Contudo, emergiu na fala dos professores a necessidade de abordarmos historicamente alguns personagens e as suas contribuições para os temas abordados durante a SD, acarretando mudanças no projeto inicial do PE.

Após as alterações sugeridas pelos docentes, a Sequência Didática foi apresentada e aplicada junto aos estudantes, gerando novas falas, que foram registradas por meio de áudio, sendo posteriormente transcritas na íntegra e codificadas seguindo os mesmos padrões da enumeração do material gerado pelo GF. O conteúdo das falas foi tomado como validação das potencialidades da SD apontadas pelos professores, sendo analisado a partir das categorias estabelecidas *a priori* a partir do GF.

A análise dos dados obtidos na aplicação da SD junto aos alunos corrobora com a validação da proposta, pois foi possível explicitar através das falas e atitudes dos estudantes seis categorias temáticas das mencionadas anteriormente pelos docentes no GF.

Pelo processo de análise do conteúdo foi possível identificarmos as contribuições da SD sob abordagem CTS com foco na HC, segundo os participantes, e alocá-las em categorias

gerais conforme os seus núcleos de sentido, as quais apresentamos abaixo, realizando inferências a partir das produções da área. Com a aplicação da SD identificamos a presença de boa parte das categorias mencionadas pelos professores no GF.

A seguir iremos apresentar as categorias temáticas emergentes do Grupo Focal.

4.1 Dados do grupo focal

Foram identificadas, a partir dos apontamentos do Grupo Focal, três dimensões da Sequência Didática sob a abordagem CTS focada na Histórica da Ciência como aspectos de contribuição para o ensino de Física. Tais dimensões estão indicadas no quadro abaixo, porém, a terceira é apresentada em detalhes no Capítulo IV.

Tabela 4 – Categorias e subcategorias encontradas nas falas do GF

Dimensão Didática do PE	Dimensão Sociocientífica	Dimensão do Produto Educacional
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interdisciplinaridade ➤ Aspectos motivacionais ➤ Ensino contextualizado com significado para o estudante 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ciência neutra, atravessada pelas demandas da Sociedade ➤ A Ciência promovendo o bem-estar social ➤ Pensamento crítico ➤ Alienação do trabalho ➤ História da Ciência ➤ Valorização do saber empírico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Replicabilidade

Fonte: O autor, 2024.

4.1.1 Dimensão didática do produto educacional

Essa dimensão reúne núcleos de sentido que se relacionam a diferentes aspectos didáticos, a saber: Interdisciplinaridade, Aspectos motivacionais e Ensino contextualizado com significado para o estudante.

4.1.1.1 Interdisciplinaridade

Durante o grupo focal, em análise do PE, foram realizadas as seguintes falas:

Professor C: E, essa proposta ela é voltada para analisar o instrumento catapulta ou ela é voltada para analisar o resultado desse instrumento? Então você está dizendo pra mim é que a catapulta não precisa ser o instrumento central, podem ter outros instrumentos utilizados para estudar esse curso... Então tem interdisciplinaridade com a Educação Física. Pois um chute na bola de futebol por exemplo [001].

Professor D: Eu queria pegar carona no que o Professor C falou, é o aspecto da interdisciplinaridade com Sociologia. Eu acho que o vídeo dá uma contribuição excelente para compreensão da sociedade na época e o modelo de gestão de guerras, de conflitos que existem nesta sociedade. Acho que está excelente o nível da Sociologia, de pensar um povo determinado [002].

Professor B: Agora a única coisa que eu promoveria aqui é ter muito cuidado em unir o momento histórico com o momento físico que está sendo estudado e matemático.” [...] “Um pouco de trigonometria para ele ver o ângulo de saída. Então eu acho muito pertinente, mas o maior cuidado é que todas as áreas estejam em algum momento sendo trabalhadas.[003] [...] “Eu acho que o mais complexo é essa interdisciplinaridade, você conseguir tornar ou o que ele esteja dando ou que ele já tenha conhecimento prévio.[004].

Professor F: Ângulo também. A Física aplicada na educação física. [005]

Com base nos núcleos de sentido sinalizados, é possível percebermos a partir da fala dos professores, que a proposta de SD possui um caráter interdisciplinar (excertos [001], [002], [003], [004] e [005]), sendo sinalizado pelos docentes que ao aplicarmos a SD, todas as disciplinas envolvidas e os seus conteúdos devem estar muito bem articulados/alinhados, sendo desenvolvidos concomitantemente (excertos [003] e [004]), ou já sendo conhecimento prévio do estudante, a fim de que a proposta explore as possíveis conexões entre disciplinas sem a ocorrência de lacunas.

A interdisciplinaridade foi um ponto bastante destacado pelos professores na proposta de SD. De acordo com Pombo (2008, p. 5), a interdisciplinaridade é algo que transcende o debate das diferentes visões paralelas, alcançando um ponto de convergência entre a multiplicidade de ideias. Do interdisciplinar, podemos ainda alcançar o transdisciplinar, quando temos não mais um ponto de convergência, mas algo que sugere a fusão destas diferentes visões.

Pelas falas dos professores percebe-se que a proposta de trabalho tem potencial de ultrapassar o modelo disciplinar quando sugere uma SD convidativa ao engajamento do conhecimento das diferentes disciplinas, enquadrando-se no que as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica definem como interdisciplinaridade: “A interdisciplinaridade

é, assim, entendida como abordagem teórico-metodológica com ênfase no trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento” (Brasil, 2013, p. 184).

A abordagem interdisciplinar fica evidenciada pelos docentes, quando destacam que o Ensino de Física mediado pela construção do aparato tecnológico, possibilita ao estudante articular conhecimentos de diversas áreas para resolução do problema apresentado, buscando a convergência entre as disciplinas, vencendo um conhecimento fragmentado, colocado por Sestari (2021, p. 886) como “fatias de saber”.

A interdisciplinaridade é algo de grande importância para a nossa proposta, pois, para Feistel (2009, p. 2), apesar do termo ganhar destaque entre os diversos referenciais teóricos, documentos oficiais e fazer parte do vocabulário cotidiano dos profissionais de educação, desenvolver um trabalho genuinamente interdisciplinar ainda é algo que se defronta com muitas dificuldades, sobretudo, no Ensino de Física.

4.1.1.2 Aspectos motivacionais

De acordo com as pontuações dos professores, a prática apresenta aspectos motivacionais, na medida em que o estudante participa efetivamente da construção de um aparato tecnológico (excertos [006] e [007]), quebrando a dinâmica de sua rotina e propiciando o emprego de seus conhecimentos prévios de forma prática, assumindo o protagonismo (excerto [010]) no seu processo de ensino aprendizagem (excerto [007]).

Professor A: Albert, eu percebi que esse processo pelo qual você está propondo, ele vai facilitar o processo de ensino aprendizagem, porque a prática ela associa muito, ela facilita o entendimento dentro de sala de aula [006]. Quando a gente está só preso dentro daquilo que a gente está demonstrando, isso muitas vezes cai no esquecimento, cai na rotina do aluno, ele perde o interesse. No momento em que você começa a trabalhar a prática, que você introduz alguma coisa que foge da rotina de sala de aula, o interesse dele muda, ele se torna mais acessível, o rendimento é melhor [007]. Parabéns, eu gostei do trabalho. Eu acho que este ponto da receptividade do aluno, da interatividade, dele entender, está relacionado ao professor, à forma como ele vai apresentar.

Professor D: É disputa mesmo. Acho que o motivacional está muito claro [008], não só pelo exercício de uma ferramenta, mas está articulada com o momento histórico e com o vídeo. Você propõe um vídeo de 40 minutos, é muito bom didaticamente, não é uma coisa longa, mas se resolve em sala de aula, se resolve em um diálogo claro sobre um modelo de ferramenta pedagógica que os alunos gostam [009]. Acho que a motivação e a recepção, a reação destes alunos vai ser muito positiva pelo fato de resgatar na história o que está na mão deles agora.

Professor B: Eles passam a ser protagonistas [010]. Ele vai levar à frente uma coisa que ele construiu. No caso da catapulta, a própria disputa entre os grupos pode levar, eu acredito que leve a cada grupo[...] “Não, eu vou melhorar a minha porque eu quero” [011] Ele melhorou, você trocou o ângulo de saída de sua catapulta? A

velocidade aumentou? Você consegue fisicamente estudar depois [...]. Isso aí, um incentivo.

Professor F: Pode ser uma medalha [012].

Outro aspecto que colabora para o interesse dos alunos é a proposta de exibição de vídeos com tempo adequado de duração, mitigando o aspecto enfadonho que a aula possa assumir (excerto [009]).

A competição de arremessos entre grupos, aparece como um forte incentivo para os estudantes (excerto [011]), sendo sugerido pelos professores, no intuito de acirrar a disputa, que seja estipulada uma premiação, podendo esta ser uma medalha de honra ao mérito (excerto [012]).

O interesse do estudante por determinada atividade, segundo Piaget (1987, p. 37), está intimamente relacionado com a quantidade de energia que o aluno está disposto a empregar na tarefa, bastando que esta seja de seu interesse para minimizar a fadiga e ganhar *status* de trabalho fácil. Ainda para este autor, os estudantes apresentam um aproveitamento infinitamente maior quando estimulados por assuntos de seus interesses, que apresentem significado e correspondência com as suas necessidades.

É dentro desta perspectiva motivacional que foram trabalhados os conteúdos específicos da disciplina de Física próprios da construção e utilização de um artefato tecnológico (didático) de natureza bélica ao longo da história, evidenciando o caráter utilitarista e o valor do conhecimento científico, o que nas palavras de Silva (2004, p. 18) interfere seriamente nos processos motivacionais.

4.1.1.3 Ensino contextualizado, com significado para o estudante

Segundo os participantes do grupo focal, a proposta didática traz para o aluno um ensino de Física com significado, contextualizado, distante de um aglomerado de símbolos de difícil interpretação que pouco dialogam com o estudante e sua realidade (excertos [013] e [015]). Busca promover junto ao discente um melhor entendimento da dinâmica dos fenômenos que o cerca, a partir dos seus próprios conhecimentos.

Professor A: Quando você consegue passar para ele que essa atividade ela está relacionada com alguma coisa real, alguma coisa palpável, como é o caso do lançamento, como é o caso da catapulta, uma coisa que para ele é uma coisa real. Ele não está só olhando, ele está entendendo, então ele vai passar, vai passar a entender um processo crítico real de parte da Sociedade. Ele consegue ver que esse processo para o mundo que ocorre fora da sala de aula dele, mas que ele está relacionado à Física, ele consegue enxergar a Física em coisas que antes ele não conseguia

perceber [013]. Então eu acho interessante, eu acho que isso aqui funciona realmente.

Professor B: De protagonista. Ele é um cientista. Eu acho que a palavra é essa, ele se sente um cientista, um criador [014], “eu estou melhorando o meu”.

Professor E: Eles começam a aplicar isso no dia a dia a cada momento. Ele começa a enxergar o mundo de uma outra forma, de que ponto, de que forma ele pode utilizar, aproveitando os conhecimentos adquiridos no dia a dia da sua própria vida [015]. Ele começa a ver soluções onde tinham perguntas[016].

A construção de uma catapulta baseada em seus saberes coloca o estudante na condição de produtor de Ciência, o coloca na posição de cientista (excerto [014]). Segundo os docentes, apresenta ao estudante a visão de que a Ciência não é privilégio de pessoas dotadas de grande genialidade, o que contribui para a formação de um cidadão capaz de se posicionar ativa e criticamente frente às questões sociais de natureza científica.

A integração de conhecimentos entre as diversas disciplinas é promovida pelo conhecimento específico de Física e a sua adequação na resolução de problemas relacionados aos interesses cotidianos dos estudantes (excertos [015] e [016]), evitando, como colocado por Neves (1998, p. 74),

esta divisão inócua de saberes na construção dos currículos escolares [...] que aniquila a possibilidade de construção do conhecimento. [...] O que temos visto nas últimas décadas é a ciência sendo aprendida como um dado e não como uma possibilidade de construção e integração com as demais ciências e com as necessidades diárias do cidadão comum.

De acordo com Ricardo (2010, p. 31), a demanda do que é ensinado na escola e a sua pertinência com o mundo moderno vem sendo cada vez mais questionada pelos alunos que manifestam dúvidas em relação a sua preparação e aos problemas e desafios com que irão se deparar em suas vidas. Isso permite estabelecer um estreitamento entre o que se ensina na escola e o que a Física debate na atualidade, implementando uma disciplina dinâmica e atuante na realidade do estudante podendo promover interesse e motivação: “Em muitos casos os alunos acabam por identificar uma ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma física que só “funciona” na escola” (Ricardo, 2010, p. 29).

A nossa proposta de ensino traz os ideais CTS a partir da HC, o que converge e se relaciona de maneira muito íntima com a pergunta que Ricardo (2010, p. 30) coloca como base estrutural de um trabalho que busque se aproximar do contexto discente:

Como construir uma sequência didática que tenha como ponto de partida uma problematização, sustentada em uma situação tal que os alunos se deparem com a

necessidade de se apropriar de um conjunto de saberes que ainda não têm, e que permita uma contextualização?

O ensino contextualizado ainda é reforçado nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) quando afirmam: “é possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente” (Brasil, 1999, p. 94).

Para Ricardo (2010, p. 30), embora a contextualização seja um importante agente motivacional, esta (a contextualização) ainda não é uma prática recorrente nas escolas. Deste modo propomos um ensino de Física com significado voltando-se para um conjunto de saberes que habilitem o estudante a resolver problemas de natureza científica englobados em seu dia a dia.

4.1.2 Dimensão sociocientífica

Essa dimensão reúne núcleos de sentido que se relacionam a diferentes aspectos sociocientíficos, a saber: Ciência não neutra atravessada pelas demandas da Sociedade, Ciência promovendo o bem-estar social, Pensamento crítico, Alienação do trabalho, História da Ciência e Valorização do saber empírico.

4.1.2.1 A Ciência não neutra, atravessada pelas demandas da Sociedade

Segundo os participantes do grupo focal, estudar Física sob a abordagem CTS focada na História da Ciência, pode fazer com que o estudante estabeleça conexões entre as conquistas de um povo e o seu avanço tecnológico (excertos [017], [018] e [019]), no tocante específico à série aqui proposta, tal qual a evolução de um artefato bélico e o trabalho dos cientistas estão a serviço de um conflito de dominação, podendo suscitar no estudante o olhar para uma Ciência não neutra, atravessada e colocada a cargo das demandas sociais (excerto [020]).

Professor B: Você tem eras, você pega a História em si você tem eras. Domínio do povo tal, aí daqui a pouco vai sobressair o outro. Isso aí é bem interessante, você associar as etapas. [...] “Isso acontece até hoje né, se você ver a Segunda Guerra Mundial, como Hitler começou a perder a Guerra? Foi um estudo de pesquisa operacional porque os caras começaram a matar, a quebrar o suprimento de combustível, de armamento, de munição e de comida para os soldados, porque eles não tinham como enfrentar. Então eles quebravam antes com um estudo, que aí entrava álgebra [017].

Professor D: O que faz pensar também o próprio processo de análise crítica de conquista desses povos, enquanto que há domínio de uns sobre os outros [018]. Podemos conceber a Ciência como elemento neutro? Isso vai suscitar nos alunos um questionamento crítico muito sério, no sentido de que a Ciência caminha com a evolução da humanidade [019].

Professor E: Albert, o interessante disso tudo é no caso você associar a pesquisa do povo Otomano a outros povos também. O porquê do desenvolvimento destas armas e o porquê tudo isso aconteceu, pois o povo Otomano foi um povo que foi se desenvolvendo e foi um povo conquistador. Consequentemente outros povos tinham que desenvolver outras armas que pudessem combater este povo [020]. Isso aí que é interessante, porque é uma coisa é associada a outra. Você tem um suposto inimigo, então você tem que desenvolver métodos para poder combater esse inimigo. E aí vai o desenvolvimento das armas. [...] Complementando o que o Professor C falou, nós tínhamos duas situações bem distintas, a primeira Guerra Mundial foi chamada a guerra dos químicos, com bomba de gás. Até criaram protocolo para que isso fosse utilizado. Já a Segunda Guerra Mundial, foi uma guerra ligada à Ciência, a Física, com o desenvolvimento da bomba atômica, do radar, até as microondas como eu comentei com o meu amigo foram desenvolvidas pela utilização do radar.

Na percepção dos docentes, o resgate de um artefato bélico ao longo do processo histórico para o ensino de Física também apresenta ao estudante uma perspectiva crítica da Ciência e suas Tecnologias, quando o foco da análise proposta pela SD se volta para o potencial destrutivo mostrado ao mundo nas duas grandes Guerras Mundiais, distante da concepção fantasiosa de que mais tecnologia implica necessariamente em mais bem-estar social.

O Ensino de Física apoiado nos ideais CTS por ser capaz de mobilizar criticidade sobre um importante tema que circunda a Ciência e o fazer científico: a neutralidade. A SD propõe a Ciência desdobrada em suas diversas faces como uma construção social. Deste modo o aspecto da neutralidade da Ciência destacado pelos professores durante o GF, enriquece a nossa proposta pedagógica que traz para sala de aula um valoroso debate que se aproxima das ideias de Auler (2007) quando coloca a impossibilidade de se neutralizar/eliminar o sujeito do processo científico-tecnológico, tais quais os conflitos ideológicos e/ou de interesses.

A concepção de uma Ciência não neutra pode ser capaz de apresentar ao estudante a possibilidade de um fazer científico que se comunique com a sua realidade e as suas necessidades, podendo impactar de maneira positiva a falta de interesse que muitas vezes as disciplinas de natureza científicas não despertam nos estudantes.

Outra perspectiva envolve a constatação, a nosso ver muito grave, da falta de sentido e importância que a educação científica tem para os alunos e, conseqüentemente, para suas vidas. Aparentemente, nenhum dos elementos ou questões situados na base da constituição dos alunos como sujeitos se vinculam com o conhecimento apresentado na escola, o que configura uma educação vazia (Bagdonas, 2014, p. 243).

A SD traz a possibilidade do estudante conceber uma ideia de Ciência conectada às suas próprias demandas ou demandas de sua localidade, podendo ser capaz de apresentar ao aluno uma Ciência que não é necessariamente desenvolvida por grandes gênios localizados na história, mas pode ser feita por cidadãos críticos alfabetizados cientificamente e estar disponível para solução dos problemas locais, o que contribui para a diminuição do que Gil-Pérez em um de seus trabalhos chama de “visões deformadas sobre o trabalho científico”.

Por último, referimo-nos à visão deformada que transmite uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência: esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções (Gil-Perez, 2001, p. 133).

4.1.2.2 A Ciência promovendo o bem-estar social

Conforme as observações dos participantes, a proposta abre espaço à discussão dos aspectos positivos e negativos da Ciência e suas Tecnologias dentro do contexto social. Mostrando a dependência da vida humana com o suporte tecnológico dado pelas diversas faces da Ciência, porém, engendrando o pensamento crítico para que tipo de Ciência e Tecnologia, eles, os estudantes, avaliam como contribuições positivas e necessárias para sociedade, como pode-se perceber nos excertos [021] e [022] abaixo.

Professor B: O grande desenvolvimento tecnológico da humanidade foi com as guerras [021]. Ou seja, guerra, pós-guerra.

Professor E: Mas percebeu um cientista, que estava presente em um desses experimentos, que uma barra de chocolate que estava em seu bolso tinha derretido. Então ele começou a analisar[...] Como é que eu posso utilizar esta tecnologia como fonte de energia em prol da sociedade? [022]

O discurso hegemônico coloca que é impraticável no mundo contemporâneo concebermos a vida cotidiana dissociada da Ciência e das suas Tecnologias. Devido em grande parte ao uso da bomba atômica durante a Segunda Guerra Mundial, o caráter positivista de uma Ciência neutra que promove necessariamente o bem estar social passou a ser observado pela sociedade com um olhar mais cuidadoso, crítico, na busca por uma regulação entre os interesses sociais e a dimensão científico-tecnológica: “O sentimento inabalável de ciência neutra, benéfica e salvacionista estava sendo substituído pela dúvida: ciência traria apenas consequências positivas à humanidade?” (Deconto, 2014, p. 18).

A reflexão acerca da produção científica voltada ao aprimoramento da sociedade nas diversas áreas que afetam nossas vidas (saúde, transportes, comunicação, educação entre outras) é importante. Porém, é preciso também conscientizar os estudantes de que o fruto deste trabalho não está livre de amarras sociais que por vezes podem determinar o seu curso.

Portanto, a ciência é uma atividade social e de natureza dinâmica. Por ser uma produção de um contexto específico, de uma determinada sociedade, a ciência é profundamente marcada pela cultura na qual está inserida, relacionando-se com algumas estruturas econômicas, políticas e ideológicas [...] funcionando como um instrumento de dominação de determinados grupos sociais por outros aos quais ela serve, garantindo mais riqueza e poder (Deconto, 2014, p. 34-35).

O estudante passa a (re)pensar criticamente o conceito clássico de uma Ciência essencialista e triunfalista, que evolui, de acordo com Bazzo (2003, p. 120), com o chamado “modelo linear de desenvolvimento”, regido pela seguinte estrutura: (+) ciência = (+) tecnologia = (+) riqueza = (+) bem-estar social. A SD por meio da análise histórica de um artefato tecnológico, traz um olhar crítico sobre a relação de causalidade colocada pelo autor que pressupõe uma Ciência absoluta, livre da ação humana e conseqüentemente neutra.

Nesta visão clássica a ciência só pode contribuir para o maior bem-estar social esquecendo a sociedade, para dedicar-se a buscar exclusivamente a verdade. A ciência, então, só pode avançar perseguindo o fim que lhe é próprio, a descoberta de verdades e interesses sobre a natureza, se se mantiver livre da interferência de valores sociais mesmo que estes sejam benéficos (Bazzo, 2003, p. 121).

4.1.2.3 Pensamento crítico

De acordo com as pontuações dos participantes, propor o ensino de Física atrelado às diferentes esferas sociais, auxilia na formação do pensamento crítico (excertos [023], [024] e [026]), pois apresenta de forma clara a Ciência como uma construção social que evolui junto com a Sociedade, não sendo esta, a Ciência, autossuficiente em si mesma.

Neste trabalho, entendemos que promover uma formação voltada para o pensamento crítico envolve darmos subsídios para que os estudantes possam refletir sobre as questões que envolvam Ciência, Tecnologia e seus impactos na Sociedade, ampliando a capacidade do discente para tomada de decisões conscientes sobre problemas relacionados a esta temática, participando ativamente das questões que impactam a sua comunidade, ou a própria Sociedade num contexto mais abrangente.

Para Magalhães (2006) a forma de pensar o denominado pensamento crítico é uma resposta racional e informada às exigências e necessidades decorrentes do mundo

contemporâneo, em parte, consequência da própria evolução da Ciência e da Tecnologia, impactando profundamente a forma como se vive em Sociedade.

Tenreiro-Vieira (2013) destaca que o pensamento crítico é crucial para autonomia e qualidade de vida de cada pessoa, para o desenvolvimento da nação e fomento da responsabilidade social e melhoria na participação dos indivíduos na tomada de decisões e resolução de problemas desde a esfera local, podendo alcançar proporções de ordem mundial.

Professor D: Eu acredito que tem um aspecto ideológico junto com econômico, religioso, político que ajuda a trazer esse conhecimento crítico sim [023]. Está proposto por você muito claro nesse item aí. E no debate você chama atenção para uma questão: Podemos conceber a Ciência como elemento neutro? Isso vai suscitar nos alunos um questionamento crítico muito sério, no sentido de que a Ciência caminha com a evolução da humanidade [024]. Podemos conceber a Ciência como um elemento neutro? Isso vai demandar um senso crítico nos alunos, muito bem colocado! Assim como também é uma releitura da história. Que resultado trouxe esse tipo de artefato?[025]

Professor B: Na verdade ele consegue... Eu acho que o ponto máximo é a competição. Na hora em que ele for ter que pesquisar... Por que ele precisa ter que melhorar. A competição visa melhorar o que eu construí.
“O que eu vou fazer?” Aí ele vai ter que ter um pensamento crítico [026], vai ter que pesquisar outras coisas, outros temas envolvidos, isso vai gerar nele um pensamento crítico. Ele vai começar, né peraí, mas se eu aumentar o ângulo aqui, ele vai mais longe, ou só vai mais alto? Qual o impacto que vai causar no meu experimento, que no nosso caso é a catapulta ou qualquer outro instrumento. O que vai acontecer lá na frente? Então não é só aprender a calcular, não é só aprender filosoficamente e sociologicamente que isso é um desenvolvimento social da Sociedade.[027]

Professor E: Albert, também tem um detalhe, ele construiu, mas qual o objetivo? Lançar mais longe, lançar mais perto, atingir alguma coisa. Até isso ele tem que ter início, meio e fim. Estou construindo para que objetivo? O que eu vou obter após a construção? Que formas vou utilizar? A quais objetivos eu quero alcançar? [028]

O pensamento crítico, à medida que o estudante pode refletir sobre as possíveis formas de utilização do aparato desenvolvido e seus desdobramentos futuros na Sociedade (excertos [025], [027] e [028]), além da criticidade em relação aos saberes ensinados na escola, suas utilidades, aplicações e possíveis utilizações na resolução de problemas.

O Ensino de Física pautado nos ideais CTS e na promoção do pensamento crítico, no mundo contemporâneo se faz de grande importância, pois há preocupação em se promover práticas pedagógicas capazes de conectar o ensino das Ciências com o mundo tecnológico e as demandas sociais do estudante, na busca pelo exercício de um conhecimento que amplie seus horizontes transformando a sala de aula em um espaço de debate, reflexão e criticidade.

Ora, uma resposta racional e informada às exigências e necessidades do mundo contemporâneo, em parte proporcionadas pela evolução da Ciência e da Tecnologia, as quais se têm refletido profundamente na forma de viver da sociedade, exige o uso

de capacidades de pensamento, nomeadamente de pensamento crítico (Magalhães, 2006, p. 88).

Esta discussão é cada vez mais atual e pertinente, posto que a sociedade é diariamente nutrida com uma grande quantidade de informações. No entanto, é importante estarmos criticamente atentos para sermos capazes de filtrar informações de qualidade em meio ao acúmulo exorbitante de notícias falsas, tendenciosas e manipuladoras (Fake News) que com o auxílio da Tecnologia se proliferam cada vez mais. Para Guimarães (2020, p. 336), exercer o pensamento crítico e a educação científica no ambiente escolar, seja por debates orientados, fóruns de discussão ou pela divulgação do que é o pensamento científico e como ele se constrói, contribui para formação de um cidadão consciente.

Na busca por uma relação de equilíbrio entre Tecnologia, Sociedade e “conhecimento científico”, sobretudo conhecimento de natureza crítica, os ideais CTS podem advogar a favor da formação de indivíduos cientificamente letrados. Vieira (2003, p. 10) coloca que a educação CTS em termos gerais pode transpor o conhecimento acadêmico da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com os problemas sociais que se comunicam com os foros científico-tecnológicos e a compreensão entre tais interações. Para Magalhães (2006, p. 86), nos dias de hoje se defende amplamente o ensino das Ciências por uma orientação CTS com intuito de se ensinar sobre os fenômenos de modo a se conectar Ciência, Tecnologia e contexto Social.

Ao defrontarmos o estudante com o desafio de construir um aparato tecnológico, estamos permitindo que ele aplique os seus conhecimentos na resolução de problemas reais que existiram dentro de um contexto situacional, trazendo um processo educativo que não justifica os saberes em si mesmos, mas os significa dentro de uma determinada realidade. Dentro deste contexto trazemos uma proposta de reflexão crítica que se distancia de um currículo unilateral que seleciona conteúdos e zela pela manutenção da formação de sujeitos alienados, inibindo uma perspectiva de formação onde

[...] o aluno assume um papel passivo no processo, resultando em uma aprendizagem memorística, ou seja, baseada na memorização de tais conteúdos e pela recursividade na resolução de exercícios padrão, não enfatizando nenhuma espécie de pensamento reflexivo e crítico (Guimarães, 2020, p. 321).

A prática de estimular os sujeitos com problemas dentro da realidade, segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) (2013, p. 164) contribui para que o sujeito, individual e coletivamente, formule questões de investigação e busque respostas em um processo de (re)construção de conhecimentos: “Uma formação integral, portanto, não

somente possibilita o acesso a conhecimentos científicos, mas também promove a reflexão crítica” (Brasil, 2013, p. 162).

4.1.2.4 Alienação do trabalho

Uma questão levantada no GF, enquanto limite da proposta, foi a falta de discussão na SD sobre a alienação do trabalho.

Professor C: Então é trabalho vivo e manual. Tem transformação de uma matéria primária em uma matéria secundária, correto? Então, por essa associação de materiais através de trabalho manual, você vai transformando a matéria. Falta na SD falar sobre trabalho e transformação e vida econômica. [...] [029] Toda matéria ela é transformada pela força humana. Há necessidade, por exemplo, de se trabalhar esses conceitos de trabalho. Porque senão vira um trabalho alienado. O cidadão constrói o produto final, mas ele não se apropria do conhecimento da construção deste produto, então vira um trabalho alienado.[030]

Foi sugerida a possibilidade de inserção de um tópico relacionado à questão do trabalho (excerto [028]), posto que o trabalhador é o agente responsável pela transformação da matéria prima em produto secundário, tendo importância crucial para o desenvolvimento da economia (excerto [029]). Desta forma, fez-se imperativo mencionar de maneira explícita e direta a sua participação efetiva no processo. Além do mais, o trabalhador precisa ter consciência do tipo de trabalho por ele desenvolvido, para que este trabalho não ocorra de forma alienada.

A partir desta sugestão fizemos inserções que destacam o aspecto humano na construção, manipulação e evolução de aparatos bélicos de arremesso desenvolvidos ao longo da história.

A relevância de se trazer para o debate questões relacionadas ao trabalho faz-se importante uma vez que o trabalho é parte da dinâmica social do cidadão, tendo este que executar tarefas, resolver problemas e usar do pensamento crítico para auxiliar em sua capacidade de avaliar e tomar decisões, onde de acordo com as DCNEB (Brasil, 2013, p. 209) se exige em doses cada vez maiores dos trabalhadores um aumento na capacidade de raciocínio, pensamento crítico, iniciativa própria, habilidade para empreender, visualizar e resolver problemas.

Portanto, o interesse pelo pensamento crítico reside grandemente na necessidade premente de a escola ajudar a preparar os indivíduos para lidarem e enfrentarem a alteração contínua dos cada vez mais complexos sistemas que predominam na vida atual (Vieira, 2003, p. 6).

O ser humano, diferente dos outros animais, é um agente capaz de transformar a natureza através do trabalho em prol de suas necessidades, auxiliando na manutenção da sua própria existência, interagindo socialmente, produzindo e acumulando conhecimentos: “Essa dimensão do trabalho é, assim, o ponto de partida para a produção de conhecimentos e de cultura pelos grupos sociais” (Brasil, 2013, p. 215).

O tema trabalho se relaciona de forma muito íntima com ideais CTS. Trabalho, Ciência, Tecnologia e Sociedade por serem atividades humanas contidas na esfera social podem dialogar permanentemente no contexto escolar: “É na atividade orientada pela mediação entre pensamento e ação que se produzem as mais diversas práticas que compõem a produção de nossa vida material e imaterial: o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura” (Brasil, 2013, p. 216).

4.1.2.5 A História da Ciência

De acordo com o conteúdo das falas, a HC é capaz de fornecer ao estudante subsídios que aguçam a sua percepção de forma panorâmica para o entrelaçar da Ciência com as diferentes áreas do conhecimento e seus variados modos de articulação (excertos [031] e [032]), o que novamente realça o caráter interdisciplinar presente em nossa proposta.

Professor D: Eu acho que tem um agregado de conhecimentos muito legal aí, que é você não pensar só a história, mas a História da Ciência. A História da Ciência ligada à Física. Abre o horizonte do aluno em não pensar em história em uma gaveta, física em outra. Não, essas coisas dialogam entre elas. Acho que está muito bem articuladinho isso aí.[31]

Professor B: Sim. E consegue unir tudo. Ele perceber que a Ciência, ele encorpa todas as disciplinas e que todas as disciplinas estão na Ciência. Não tem Ciência só para Educação Física, só com Biologia, só com Sociologia, só com História.[32] Não, tem muito mais por trás, e a história que a gente aprende na escola, ela foca na história pela história, e tem muito mais. “Ah, porque o Império Otomano atacou tal lugar? Ah porque ele quis, não tiveram outras motivações que podem entrar na Sociologia.”[33]

Propor uma SD para o ensino de Física contextualizada na HC pode ser capaz de apresentar ao estudante uma Ciência dinâmica, conectada aos aspectos sociais de seu tempo (excerto [033]) e construída historicamente a partir de um conjunto de erros e acertos distante de uma verdade absoluta. Neves (1998, p.75) avalia que a educação das Ciências em escolas de todos os níveis (principalmente as de caráter científico) passa por um esquecimento completo de sua gênese, sua história, suas inúmeras possibilidades, seus erros, incertezas e dúvidas, fomentando nos estudantes a mera repetição de saberes o que para o autor credita à

Ciência um *status quo* de verdade absoluta, reduzindo a sua essência quase à crença religiosa: “Alijar a ciência de seu processo histórico, de suas contingências e de suas representações, é condená-la a um destino que se assemelha mais à religião, ligando paradigmas a dogmas, e sociedades científicas a seitas” (Neves, 1998, p. 75).

Abordar a Física de forma particular separada de outros saberes, fora de contexto e por uma perspectiva a-histórica aponta para uma Física estática e detentora da verdade. Sobre isto Feyerabend discorre uma dura crítica: “essa estagnação liga-se ao fato de que a Física está se transformando de ciência em negócio e de que os físicos mais jovens deixaram de usar a História e a Filosofia como instrumento de pesquisa” (Feyerabend, 1977, p. 97).

A importância de uma abordagem histórica para o ensino de Física atrelada aos aspectos sociais e culturais da vida humana está presente nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio que a coloca da seguinte forma:

O uso da história da ciência para enriquecer o ensino de Física e tornar mais interessante seu aprendizado, aproximando os aspectos científicos dos acontecimentos históricos, possibilita a visão da ciência como uma construção humana (Brasil, 2006, p. 64).

Nesse sentido, buscamos um ensino de Física que aborda elementos da HC dentro de um cenário amplo que discuta os conteúdos a partir do contexto histórico na qual a Física foi construída, afastando a disciplina de processos de memorização e/ou automatização repetitivos, fora do contexto histórico e com pouco significado, sendo passível de mudança e melhor adequação às demandas cotidianas dos estudantes.

4.1.2.6 Valorização do saber empírico

A possibilidade do estudante poder utilizar como recurso na construção de sua catapulta o seu conhecimento prévio, sendo este obtido de forma empírica ou com o formalismo apresentado na escola, valoriza e valida toda gama de conhecimento que possa ser utilizado como recurso na resolução dos problemas apresentados, inclusive o saber de natureza empírica.

Professor C: Se você ampliar o conhecimento científico, o resultado do trabalho é mais eficiente.

Professor D: É o saber empírico né. Acho que valoriza o conhecimento empírico. Aquele que eles têm na prática [034], dá para eles conhecerem cientificamente.

Professor B: É tão simples, eu estava vendo um filme, se você vê um filme de faroeste. Como é que o índio lança flecha? Ele aponta? Não, ele não entende de

física, mas ele sabe que se ele aponta ela cai aqui. E como ele sabe a distância, com o treino e com a prática [035]

Professor E: Ele com o dia a dia foi vendo a sua adaptabilidade. É uma coisa que ele não conhecia, o movimento oblíquo, mas com o passar do tempo, ele foi observando a melhor forma e o melhor método dele utilizar aquele artefato.[036]

Professor F: Tentativa e erro.

A SD proposta passa por etapas que buscam uma valorização dos saberes obtidos pelo estudante ao longo de sua vivência fora dos muros escolares em suas relações cotidianas, com o ambiente, natureza, contextos sociais e toda gama de interações que possam agregar reflexões pertinentes às discussões propostas e auxiliar na dissolução dos problemas a eles apresentados (excertos [034], [035] e [036]).

Nascibem (2015, p. 288) evidencia a necessidade da abertura de espaços que valorizem os conhecimentos e as culturas dos indivíduos, articulando saberes populares e científicos na prática do ensino das Ciências.

É importante pontuarmos que não há uma comparação/predileção entre os saberes populares, ou como é colocado por Bastos (2013, p. 6195) conhecimentos esquecidos e abandonados, em detrimento do que modernamente é chamado de Ciência, sendo referendada por autoridades ditas competentes (Bastos (2013, p. 6193). Buscamos um contato entre as diferentes possibilidades de se interpretar e modelar a natureza e seus fenômenos: “Não se trata de reduzir o status do conhecimento científico, mas elevar as outras formas de conhecimento, fazendo relações entre saberes, apresentando, explorando e discutindo diferentes visões de mundo” (Nascibem, 2015, p. 288).

Este tipo de abordagem visa desarticular um ensino de Ciências que preconiza apenas uma concepção de mundo. Visão esta que prioriza, na quase totalidade dos casos, o “conhecimento científico” em detrimento da vivência e saberes alternativos dos estudantes, como colocam os autores:

O meio acadêmico, por sua vez, comumente ignora a cultura, os conhecimentos das pessoas da comunidade em que está inserido, o conhecimento dos não letrados e tudo aquilo que a circunda. Em suma, o conhecimento válido é somente aquele produzido pelos pesquisadores, o conhecimento científico (Nascibem, 2015, p. 286).

De acordo com Lopes (1993, p. 15), “Sendo a escola um espaço privilegiado de legitimação de alguns saberes em detrimento de outros, é objeto de estudo da educação o processo pelo qual é priorizada uma dada forma de conhecimento”.

Deste modo, a integração entre as diferentes possibilidades de se “ler” o mundo, estimulando no estudante uma prática capaz de emergir saberes que contribuam efetivamente

para sua formação, como posto por Nascibem (2015, p. 285) de maneira prazerosa e porque não como coloca Bastos (2013, p. 6201) afetiva também!

4.2 Dados da sequência didática

Nesta seção iremos apresentar os resultados das análises realizadas a partir da aplicação de SD com os estudantes à luz das categorias que emergiram do GF, exemplificando com excertos das falas dos discentes a existência das potencialidades indicadas pelos docentes.

4.2.1 Valorização do saber empírico

Durante a roda de conversas da primeira aula foi possível identificarmos nas falas de alguns estudantes o entendimento de que a Ciência e suas Tecnologias são atributos produzidos por homens da Ciência (cientistas) e os seus conhecimentos (conhecimentos científicos) (excertos [037], [038], [039] e [040]), necessitando o pesquisador possuir algum tipo de formação especializada (excerto [042]).

Professor: E por que vocês consideram que a besta e o canhão são Tecnologias? Você consegue perceber de onde vem essa pesquisa?

Aluno B: De pesquisadores NÉ?[037]

Aluno G: Conhecimento científico. [038]

Aluno A: Um cientista. [039]

Aluno G: O cientista. É o que detém conhecimento, pesquisa e estudo.[040]

Aluno B: Um marceneiro. Só tem de estudar pra isso.

Aluno C: O traficante constrói. [041]

Aluno G: Isso varia de pessoa pra pessoa, existem químicos, existem traficantes que produzem uma droga mais forte, mais potente, outros que não produzem uma droga tão forte assim.

Aluno B: Pra mim tem que ter algum currículo [042]. Currículo das coisas que ele já fez.

Aluno G: Não necessariamente precisa de um currículo para ser. Precisa ter conhecimento. [043]

Aluno G: Mas eu estou falando disso, porque ele em si não precisa frequentar uma universidade e ter um currículo. [044] A pessoa pode muito bem adquirir suas próprias experiências de vida. [045]

Outro grupo propõe uma aproximação da Ciência com o homem “comum” (excerto [041]), argumentando que o conhecimento não necessariamente precisa ser oriundo de uma

universidade ou possuir aspectos técnicos (excertos [043] e [044]), sugerindo que as práticas realizadas promoveram uma valorização do conhecimento empírico (excerto [045]).

Propor práticas pedagógicas dentro da escola que valorizem os conhecimentos prévios dos alunos e suas experiências pessoais pode despertar o interesse dos estudantes e criar um ambiente fértil em que seja estabelecido um diálogo entre o conhecimento “escolar” e o conhecimento decorrente de sua própria visão de mundo, estreitando a barreira que separa estas duas realidades, problema percebido por Gondim e Mól (2009, p. 2):

Entretanto, percebemos o distanciamento da escola em relação à comunidade. Aqueles saberes que os estudantes trazem devido a sua formação histórica e social são menosprezados ou até negligenciados pela escola. A vinculação entre as vivências dos estudantes e os conteúdos ensinados na escola é quase inexistente, principalmente quando nos referimos ao ensino de ciências, caracterizando um ensino baseado na transmissão-recepção, descontextualizado, no qual o estudante é visto como tábula rasa.

Para Xavier e Flôr (2015) é preciso valorizar e resgatar os saberes que os estudantes trazem consigo, fruto de sua vivência, vindos da sociedade.

Silva e Santos (2017) apontam nessa mesma direção, argumentando que a escola deve atuar no sentido de promover a valorização das experiências pessoais dos estudantes, despertando-lhes a atenção e a participação, ao permitir que se consiga relacionar as práticas cotidianas com os conceitos trabalhados em sala de aula, contribuindo para o resgate e a preservação dos conhecimentos locais.

4.2.2 Ensino contextualizado com significado para o estudante

Os discentes foram capazes de fazer conexões dos temas abordados durante a realização da Sequência Didática com o cenário atual a que pertencem (excertos [047] e [048]), infelizmente, grande parte com direcionamento voltado para os conflitos bélicos que assolam nações no cenário internacional, vinculadas ao lançamento de mísseis, o que apesar de se apresentarem como ações que atentam contra a vida, mostrando um lado de obscuridade que pode ser assumido pela Ciência, corroboram para o fato de que a SD promoveu nos estudantes a capacidade de perceber a inserção, aplicação e utilização da Ciência e de suas Tecnologias no mundo contemporâneo.

Professor: Vocês conseguem ver uma aplicação deste conhecimento proposto por Galileu Galilei nos dias de hoje? Atualmente?

Aluno G: Lançamento de mísseis. [046]

Professor: Vocês acham que o lançamento de mísseis tem relação com aquilo ali?

Aluno B: Sim piririm.[047]

Aluno M: Tem. [048]

Professor: E onde é que a gente está vendo o lançamento de mísseis agora?

Aluno X: Guerra da Ucrânia. [049]

Aluno Y: De Israel. [050]

Aluno G: Eu acho que tudo que abrange a Sociedade tem um método científico por trás [051], como por exemplo, a arquitetura, antes precisou de métodos “alquímicos” para converter certos recursos naturais, materiais que podem ser utilizados na construção desses materiais. A própria computação, eletrônica, indo para coisas mais antigas o armamento [052], foram necessárias descobertas para isso.

É importante destacarmos a relação entre Sociedade e Ciência, pontuada por um dos alunos que estabelece uma dependência direta entre Sociedade, Ciência e suas diversas áreas (excertos [051] e [052]).

Promover um trabalho contextualizado em sala de aula, de acordo com Vieira (2017), é fundamental para que se promova um ensino dinâmico e encadeado, construindo significados reais e práticos. Ainda para este autor: “Abordar o conteúdo escolar em situações práticas desperta, motiva e cria um melhor entendimento didático e pedagógico em sala de aula e conseqüentemente melhorando a construção de saberes” (Vieira, 2017, p. 59).

Na concepção de Sarmiento (2019), abordagens educacionais baseadas nos ideais CTS e contextualizadas pela História e Filosofia da Ciência contribuem para uma aprendizagem em Ciências inter e transdisciplinar aproximando-se dos diferentes atores que abrangem a Sociedade, inclusive os não acadêmicos.

Prudêncio (2015) considera que na sociedade atual possuir conhecimentos científicos e tecnológicos inseridos na vida diária pode ser o caminho para vencer a exclusão, verificando que a construção deste conhecimento só é possível na dialogicidade, na intensa relação entre a realidade e os conceitos científicos, que deixam de ser transmitidos com fim em si próprios e passam a fazer parte da vida dos alunos.

As críticas contra um ensino que não se adequa à realidade dos alunos e nem contempla seus conhecimentos não são novas e com o ensino de Ciências não é diferente. Nesse sentido, muito tem sido falado sobre a importância de se considerar o contexto dos alunos e sua realidade, de modo que o que aprendem na escola faça sentido em suas vidas e possa, definitivamente, ser utilizado por eles para resolver problemas diários, tomar decisões de forma autônoma e intervir em seu cotidiano, melhorando suas condições de vida (Prudêncio, 2015, p. 2).

4.2.3 A Ciência não neutra atravessada pelas demandas da Sociedade

Em meio às discussões de uma das rodas de conversa, foi possível percebermos nas falas dos estudantes um direcionamento que aponta para uma Ciência voltada para o bem-estar social e desenvolvimento de novas Tecnologias com caráter utilitarista (excerto [053]), o que refuta a ideia de uma Ciência neutra que se desenvolve de maneira espontânea livre de diretrizes sociais, conforme podemos observar nos trechos abaixo.

Professor: E será que existe uma motivação para que se desenvolva uma Tecnologia? Por que a gente desenvolve uma Tecnologia?

Aluno M: Depende de vários aspectos, desde melhorar a nossa vida ou facilitar em certos aspectos, como posso dizer... radares, radares podem ser utilizados para várias coisas, desde detecção de aeronaves perdidas ou em si localização. [053]

Aluno M: Bem, ela se comunica com a Sociedade.

Aluno A: Acho que sim, tem um propósito. Não consigo pensar numa coisa que foi criada sem propósito.

Aluno M: Vou até te dar um exemplo disso com a Tecnologia de carros avançados. Em meados de 1990 a Toyota teve a ideia de ter o primeiro projeto de carro híbrido e em 1990 tinha uma grande demanda por bens muito mais econômicos, então eles fizeram a fusão de um motor elétrico à combustão, com isso eles substituíram a antiga tecnologia dos carros totalmente à combustível e o resultado foi um grande sucesso. O Toyota Prius se tornou um dos carros mais vendidos em meados de 2000 até 2010. É algo da cultura.[054]

Aluno G: Sim, sim, a agricultura dos primeiros tempos, quando a gente começou a se tornar seres sedentários e queria se estabelecer em outros lugares, a gente começou a ter outras necessidades, porque a gente dependia da caça, da coleta, só que depois a gente começou a necessitar de algo fixo. A partir daí começou o desenvolvimento da agricultura, métodos de criação de moradias mais bem estabelecidas e isso só foi possível a partir de descobertas, de novas formas de vivência e isso tem a ver com a Ciência." [055]

Aluno G: Geralmente a guerra é necessária para fins geopolíticos porque geralmente um país pode estar passando por uma... Sei lá um problema de natalidade com alta população, crise de produção, escassez de material, de recursos. Muitas vezes a melhor solução que este país encontra é expandir os seus territórios para conseguir mais recursos e através disso vem guerras, conflitos, muitas vezes com necessidade de auto sustento, porque o país ele não quer ficar dependendo de outros.[056]

Aluna M: Bem, ela tem vários propósitos, desde fins militares, fins civis, fins comerciais, a Ciência ela tem vários propósitos.[057]

Contudo, surgem argumentos que introduzem como conteúdo o envolvimento da Ciência com determinadas demandas sociais que perpassam pela agricultura, que se reformulou em virtude dos novos hábitos do homem (excerto [055]), até a troca dos veículos impulsionados por motores a combustão pelos carros que utilizam motores elétricos (excerto [054]), evidenciando que a SD aplicada foi capaz de promover entre os estudantes o questionamento da suposta neutralidade da Ciência.

Nessa linha, destaca-se a percepção de que a Ciência e suas Tecnologias são construções humanas estando assim intimamente ligadas às diferentes esferas que constituem a Sociedade (excertos [056] e [057]). Esse pensamento vai além, abordando a complexidade das questões sociocientíficas, especificamente, em seus aspectos controversos.

Trabalhar o Ensino de Física atravessado por temáticas sociais pode auxiliar o estudante na percepção de uma Sociedade construída a partir de conexões entre essas três esferas (Ciência, Tecnologia e Sociedade), evidenciando o caráter de não neutralidade da Ciência, sendo esta influenciada pelos fatores sociais, políticos, religiosos, econômicos entre outros. Dessa forma o aluno pode se posicionar e tecer críticas sociais. Prudêncio (2015) entende que a construção da crítica social pelo discente diz respeito ao fato da necessidade de que o professor consiga demonstrar para seus alunos a função social do conhecimento trabalhado em sala de aula, sendo fundamental que se ensine algo que traga retorno para os estudantes e não algo apenas para que se faça cumprir os programas estabelecidos.

Nas palavras de Alvim (2012, p. 5):

Compreender o científico como prática social e cultural desmistifica a ciência como construção imparcial e neutra em relação ao contexto histórico, contrapondo-se a uma imagem tradicional que impõe à ciência uma condição de apolítica, neutra e imune ao contexto cultural e ideológico.

4.2.4 Pensamento crítico

De forma geral durante as discussões, é possível observarmos inicialmente uma representação salvacionista da Ciência dos estudantes, percebida pelo apontamento dos seus aspectos positivos e suas aplicabilidades, como exemplificado em uma discussão que é transcrita abaixo, sendo destacados excertos [059] e [060].

Professor: E dentro do que você falou, será que... Você disse pra mim que a tecnologia serve pra melhorar. Será que a Tecnologia sempre melhora a nossa vida, o que vocês acham?

Aluno A: Uma tecnologia que ajuda são aqueles robózinhas que limpam o chão, que aspiram, ajuda no dia a dia uma pessoa cansada. Arma, vacina. [059]

Aluno B: Computadores [060]

Aluno P: Não, não, não, nem sempre. Bomba nuclear [061]

Aluno A: Nem todo conhecimento é usado pro bem. Bomba. [062]

Aluno B: Dois países, um faz boom, o outro boom, morre todo mundo. Como isso pode ser uma coisa boa? [063]

Aluno M: Seria a tecnologia de fusão nuclear, porque tanto se usou pra criar energia nuclear que é uma das mais seguras do planeta e ao mesmo tempo a Tecnologia de

míssil nuclear. Então a tecnologia de fusão nuclear é negativa e ao mesmo tempo positiva. [064]

Aluno M: Sim, mas todo mundo diz que o carro elétrico em si é para substituir a gasolina e diminuir a poluição, mas tem vários contras porque o carro elétrico polui muito mais na produção do que os carros comuns. [065]

Aluno M: Em si o Lítio não tem radiação, mas ele causa um grande mau ao meio ambiente. [066]

Aluno G: No geral eu diria que o propósito da Ciência e da Tecnologia, ela além do fornecimento do conhecimento a respeito de determinadas situações é também garantir que a gente permaneça avançando constantemente atingindo um status avançado de bem-estar. Só que isso é um pouco relativo porque hoje em dia, por exemplo, eu na minha opinião eu acredito que a gente não está sabendo utilizar essa tecnologia das devidas maneiras [067], porque o homem ele está muito relaxado, ele está mais fraco, bem mais fraco do que costumava ser nas épocas anteriores.

Aluno M: Em si a guerra é uma grande máquina de dinheiro. Enquanto a Rússia está sofrendo lá com a falha miserável da Ucrânia a porcaria da Europa e da America está vendendo milhões e milhões de armas. [068]

Contudo e em contraponto, são apresentadas algumas potencialidades destrutivas que podem ser assumidas pela Ciência e suas Tecnologias (excertos [061], [062] e [063]), o que denota um olhar crítico sobre as diferentes faces que a Ciência pode assumir.

Alguns estudantes foram além da classificação das Tecnologias em dois grupos, boa ou ruim, discutindo que uma mesma Tecnologia pode pertencer a estes dois grupos simultaneamente (excerto [064]), sinalizando que devemos nos posicionar criticamente sobre quais Tecnologias consumir estando atentos aos seus impactos para com a Sociedade (excertos [065] e [066]). Ainda se fizeram presentes temáticas sobre as relação homem-tecnologia (excerto [067]) e como a Ciência pode ser colocada a serviço do capitalismo (excerto [068]). Mediante aos argumentos expostos pelos discentes é possível verificarmos que a SD foi capaz de promover criticidade em relação às questões técnico-científicas, fomentando um valoroso debate como previsto pelos professores na realização do GF.

Para Reis (2013), às questões sociocientíficas que decorrem das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade fragmentam a Sociedade em grupos por possuírem crenças e valores divergentes, o que dificulta a dissolução de problemas em decorrência da presença de uma dimensão moral e ética. O autor defende que a discussão dos temas sociocientíficos em sala de aula, tanto no âmbito de seus conteúdos quanto em termos do social, político, moral e ético desempenham um importante papel na educação científica, pois insere o fator humano no fazer científico construindo competências essenciais para que os estudantes possam se tornar sujeitos críticos, ativos e que se posicionam de forma responsável na avaliação de propostas científicas e tecnológicas, contribuindo para formação de sociedades democráticas.

4.2.5 Aspectos motivacionais

Durante todas as etapas da SD implementadas junto ao corpo de estudantes, eles mostraram-se participativos e integrados. Contudo, esse engajamento se deu de forma mais expressiva durante a competição de arremesso de projéteis. Abaixo são apresentadas as falas de alguns estudantes durante a atividade:

Aluno Y: Testa essa aqui logo professor. [069]

Aluno B: Professor, não, o senhor tinha que colocar uma reta aí. E se fosse um muro?[070]

Aluno Y: Chega mais para traz professor, está muito no meio da mesa.[071]

Aluno B: Tem de ser onde foi parar. [072]

Os participantes ficaram inquietos pelo aguardo da utilização de suas catapultas (excerto [069]), estando muito atentos à lisura do processo. Com frequência questionavam os critérios utilizados pelo professor para marcação e validação dos arremessos (excertos [070], [071] e [072]). Um episódio marcante foi a solicitação espontânea de um estudante para realização das tarefas trabalhadas em função de sua ausência no encontro anterior. A atitude assumida pelos estudantes durante as aulas demonstrou envolvimento e motivação, apontando fortemente a presença desta categoria, aspecto motivacional, antes já citada pelos docentes na realização do GF.

Langhi (2018) destaca que a motivação é objeto de estudo da Psicologia. Porém, realça que os aspetos motivacionais são desafios postos à educação moderna pois estão refletidos de maneira direta nos processos de ensino e aprendizagem.

No tocante ao ensino de Ciências e em particular o Ensino de Física, Silva *et al.* (2020) colocam que as atividades práticas auxiliam no fortalecimento de um saber concreto, despertando no estudante um senso de criticidade que o conduz por um caminho onde será capaz de perguntar, indagar e explorar o seu próprio espaço de inserção. Nas palavras dos autores: “Os métodos práticos são eficazes para estimular o pensamento científico, pois aumentam a percepção e uma compreensão consolidada sobre a Física como uma ciência dinâmica” (Silva *et al.*, 2020, p. 102478).

Silva *et al.* (2020) salientam que as atividades práticas devem ser orientadas pelo professor e possuírem um caráter investigativo que fundamente empiricamente os temas conceituais abordados, sendo capaz de suscitar no estudante estímulos motivacionais, mas antes, é preciso que os professores estejam “comprometidos e engajados na produção de um

ensino estimulante através da motivação, com o uso dos mais diversos instrumentos didáticos. Logo, a experimentação no ensino de física deve ser explorada ao máximo, juntamente com outras técnicas e estímulos multissensoriais” (Silva *et al.*, 2020, p. 102483).

4.2.6 Conteúdos específicos da disciplina de Física

Abaixo são apresentadas as falas de alguns estudantes durante a competição de arremesso de projéteis quando perguntados sobre que tipo de moeda iriam disparar e os critérios que nortearam a construção do aparato para que a moeda fosse disparada o mais distante possível.

Aluno R: A de R\$0,05. [073]

Aluno G: Porque é menor e dá mais aerodinâmica. [074]

Aluno A: Mais leve. [075]

Aluno M: Então, em meu conhecimento, uma base maior dá mais poder bruto e velocidade. [076]

Aluno M: Porque dá mais força.

Aluno R: Quando você umenta a base dá mais impulso. [077]

Aluno G: Justamente por isso, mais força.

Aluno M: Sem falar que isso deixa por mais tempo no ar, então...

Aluno A: A gente escolheu esse gravetinho aqui porque tem um alcance maior para lançamento. [078]

Aluno B: A gente não tem muita certeza, mas tentamos umentar aqui o suporte dela pra ver se ela consegue ir mais reto.[079]

Aluno A: Mais comprido e mais flexível. [080]

Aluno A: É mais flexível. [081]

Aluno B: É inclinar um pouco mais ali? [082]

Aluno R: Aumenta o ângulo. [083]

Durante a prática de arremesso de projéteis foi possível trabalharmos aspectos vinculados aos conteúdos específicos da disciplina de Física, onde a maioria dos estudantes preferiu disparar a menor moeda disponível, o que abriu espaço para discutirmos temas como aerodinâmica e influência da resistência do ar (excertos [073], [074] e [075]).

Na tentativa de aprimorar suas catapultas e obter o alcance máximo possível, parte dos estudantes optou por aumentar o braço de alavanca que sustenta e dispara a moeda (excertos [076], [077], [078], [079] e [080]), trabalhando conceitos relacionados ao momento de uma força. Ainda durante a etapa os estudantes trouxeram questionamentos sobre a flexibilidade da haste e uso de corpos elásticos (excerto [081]) trazendo temas como energia e suas formas

de conservação. Houve a verificação e ajuste do ângulo de tiro (excertos [082] e [083]), capaz de proporcionar o maior alcance para o projétil.

A presença de todos estes temas que a SD é capaz de conferir oportunizou aos estudantes que aplicassem, de forma prática e com ludicidade, importantes conteúdos relacionados ao lançamento de projéteis previamente apresentados em sala de aula, dando significado e possibilitando sua utilização de forma efetiva na resolução de problemas, contornando o formato tradicional que se apoia em fórmulas e teorias que muitas vezes se apresentam sem sentido para os estudantes.

Para Aikenhead (1994), os currículos para o ensino de Ciências inspirados pelo ideário CTS devem abordar não só os conteúdos sociais, mas também os conteúdos próprios de cada disciplina, porém, diferente do enfoque dado pelos currículos das Ciências tradicionais que se preocupam apenas com a promoção do estudante para o próximo nível, o currículo alicerçado nos conceitos CTS é pensado para que possa se adequar a partir de ajustes que o acomodam dentro do contexto em que será trabalhado.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional traz a pesquisa como parte integrante da elaboração dele, devendo este ter como ponto de partida um problema real que gera inquietude no fazer docente do professor-pesquisador. O produto não pode ser uma ferramenta didático-pedagógica encerrada em si mesma e voltada unicamente para o universo educacional que foi investigado, devendo sim, estar disponível para ser manipulado e adaptado por docentes em suas diversas realidades.

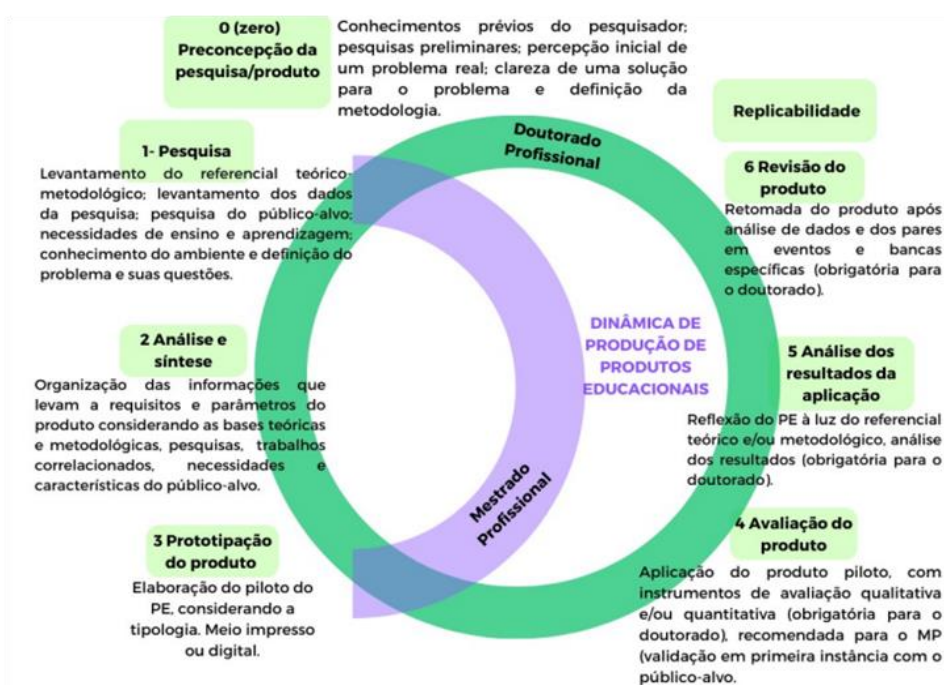
Pasqualli *et al.* (2018) coloca a partir de suas reflexões que os Produtos Educacionais são ferramentas que constituem uma relação entre ensino e pesquisa na formação docente, organizando conhecimentos que viabilizem os processos de ensino-aprendizagem, enfatizando que os PE não são por si só a solução para crise educacional no país.

Nesta direção o Produto Educacional passa a ser uma exigência do mestrado profissional onde destacamos que

o mestrando necessita desenvolver um processo ou produto educativo e aplicado em condições reais de sala de aula ou outros espaços de ensino, em formato artesanal ou em protótipo. Esse produto pode ser, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de vídeo-aulas, um equipamento, uma exposição, entre outros (Brasil, 2019, p. 5-6).

A figura a seguir traz as etapas de desenvolvimento do PE.

Figura 15 - Momentos que evidenciam a dinâmica de produção do PE



Fonte: Ortiz (2023, p. 3).

A construção do PE deve conter minimamente quatro etapas na fase do mestrado profissional, a saber: *(0) Pré-concepção do produto; (I) Pesquisa; (II) Análise e síntese; e(III) Prototipação do produto.*

A preconcepção do produto (zero), como apontamos, veio das inquietações do pesquisador frente a um ensino de Física que se apresenta em alguns cenários distantes da realidade dos estudantes, discutindo um conjunto de equações e concepções teóricas que se fazem sem significado e com pouca capacidade para despertar no discente uma postura crítica em relação à Ciência e suas Tecnologias. O *insight* para solução deste problema foi trabalhar os conteúdos de Física aproximando-se dos ideais CTS a partir de uma oficina de construção de aparatos físicos, trazendo a dimensão histórica da Ciência como elemento de contextualização para os temas abordados.

A fase de pesquisa *(I)* deu-se imediatamente após o início do curso de mestrado profissional (estendendo-se ao longo de todo processo de produção), onde a disciplina de Metodologia da Pesquisa auxiliou na construção do referencial teórico e metodológico apresentando uma bibliografia adequada e nos conduzindo pelo exercício da pesquisa de forma autônoma, sendo munidos ainda por indicações de leitura dos professores/orientadores das demais matérias que compõem a grade curricular. Sob a tutoria dos professores orientadores foram realizadas pesquisas em diferentes fontes (sites acadêmicos, bibliotecas, seminários, entre outros) que auxiliaram na estruturação do referencial teórico e metodológico da pesquisa.

A fase de análise e síntese *(II)* ocorreu paralelamente à fase de pesquisa, onde buscamos investigar trabalhos correlatos com a nossa pesquisa e através de reuniões semanais entre orientador e orientado, sondamos e delimitamos o problema de pesquisa e suas possíveis soluções, tal qual o público-alvo a que se destina o PE e o seu formato.

A quarta etapa se materializa pela elaboração do protótipo de Produto Educacional no formato de uma Sequência Didática em modelo digital colorido, mesclando imagens e textos curtos com linguagem acessível que buscam orientar as ações docentes em uma possível aplicação do produto. Para construção do referido protótipo o pesquisador buscou sanar as suas próprias inquietações, estando atento às demandas do seu público-alvo e a infraestrutura disponível na unidade escolar onde o PE foi aplicado, buscando disponibilizar uma ferramenta acessível e que possa ser amplamente utilizada pelos docentes da unidade de ensino.

5.1 Preconcepção do Produto Educacional

Como mencionado, buscou-se com o produto educacional promover a reflexão sobre a Ciência, suas tecnologias e consequências de tais “avanços” para sociedade, sendo selecionados três aparatos tecnológicos criados para fins bélicos com potencial de mobilizar tal discussão, a saber: a catapulta, o canhão e o míssil. Isso porque há a possibilidade de indução da reflexão sobre os possíveis conflitos éticos derivados da aplicação destas tecnologias para fins destrutivos.

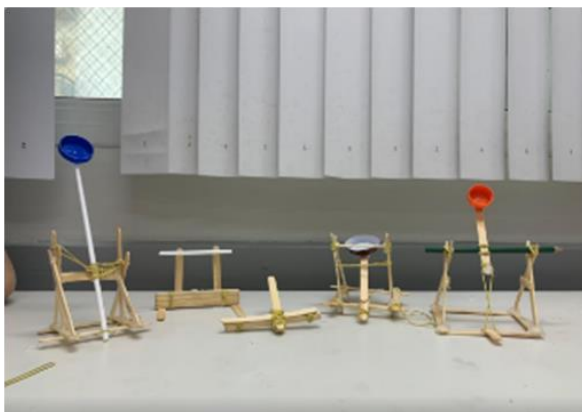
Inicialmente tomamos a catapulta como exemplo da constituição do PE, destacando seu contexto histórico-político-social e os conhecimentos de Física que podem ser abordados nessa proposta.

5.1.1 Proposta inicial

A escolha da catapulta como artefato a ser estudado inicialmente decorre da sua localização histórica, aplicações na sociedade e possibilidades de análise dos seus desdobramentos na linha temporal. Além disso, considerou-se também a prática profissional do pesquisador, que durante o seu fazer docente realiza práticas pedagógicas onde são construídas catapultas e realizados disparos de pequenos objetos. Contudo, tal atividade se limita ao estudo dos conteúdos teóricos da disciplina e suas formulações matemáticas.

O pesquisador percebia a necessidade e a possibilidade de expandir as fronteiras desta atividade, para além dos conteúdos “duros” de Física, de modo a englobar discussões que buscassem rumos direcionados a uma formação crítica das Ciências e suas Tecnologias. Na fotografia a seguir é possível vermos algumas catapultas construídas por estudantes durante a prática mencionada.

Figura 16 – Catapultas construídas pelos estudantes



Fonte: Acervo do pesquisador.

A proposta inicial da atividade, tinha as seguintes etapas:

(i) Apresentação da atividade, estabelecimento das normas de construção do aparato, tais quais suas dimensões, distribuição igualitária dos recursos e tipo de objeto a ser disparado.

(ii) Exibição dos materiais e recursos disponíveis, que são eles:

- Sala de aula (sem bancadas).
- Pistola de cola quente.
- Bastões de cola quente.
- Palitos de picolé.
- Tesoura sem ponta.
- Elásticos.
- Barbante e fita adesiva.
- Luvas e óculos individuais de proteção.
- Materiais diversos de baixo custo (garrafas pet, tampinhas plásticas, pequenos potes de iogurte e coisas do gênero).

(iii) Disposição dos grupos: os alunos foram dispostos em grupos com quatro ou cinco participantes. A formação dos grupos foi feita mediante sorteio, realizado pelo pesquisador.

(iv) Início da construção: os alunos foram instruídos a construir uma catapulta utilizando os recursos disponíveis. A estratégia para construção do aparato, assim como os materiais escolhidos, ficou por conta de cada equipe.

(v) 1ª rodada de disparos: cada grupo teve a oportunidade de realizar um disparo. O alcance do arremesso foi aferido pelo professor.

(vi) Ajustes e/ou reparos: nesta etapa, os grupos puderam realizar ajustes e/ou reparos em suas catapultas com intuito de melhorar o seu disparo. Esta é foi etapa crucial para aplicação dos conceitos físicos estudados.

(vii) 2ª rodada de disparos: cada grupo teve a oportunidade de realizar um segundo disparo, onde o professor realizou novamente a medida do alcance obtido por cada equipe.

5.1.2 Abordagem Didática: Sequência Didática

Considerando a natureza do protótipo, entendeu-se que a abordagem didática mais adequada ao Produto Educacional consistia na sequência didática (SD). Em relação a nossa compreensão sobre SD, a entendemos como um conjunto de atividades organizadas de maneira sequencial, que se comunicam entre si, divididas em etapas caracterizadas por aprendizagem e avaliação. Segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97 *apud* Ugalde; Roweder, 2020, p.4-5), as sequências didáticas podem ser definidas como:

um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero oral ou escrito, [...] com a finalidade de ajudar o aluno a dominar melhor um gênero de texto, permitindo-lhe, assim, escrever ou falar de maneira mais adequada numa dada situação de comunicação.

O objetivo principal desta proposta metodológica de ensino, segundo Zabala (1998, p. 54 *apud* Ugalde; Roweder, 2020, p.3), é:

introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas.

O uso da Sequência Didática busca a valorização de um saber oriundo da vivência dos estudantes, aguçando a curiosidade inerente ao ser humano e favorecendo a construção do conhecimento a partir da prática investigativa. Para elaboração e aplicação da SD nos apoiamos em Zabala (1998, p. 18), que coloca a importância de o professor exercer um papel de mediador, ao passo que o estudante deverá ser protagonista em seu processo de aprendizagem. É importante observarmos que o docente, ainda que na função mediadora, estabelece relações interpessoais em sala de aula que se mostram importantes nesta metodologia.

É colocado por Zabala (1988, p. 54), a importância de se estabelecer relações entre professores, alunos e até mesmo entre os próprios estudantes, para que se tenha um bom clima

de convivência e por conseguinte de aprendizagem. É importante salientarmos que apesar da SD ser utilizada junto aos discentes como forma de validação da nossa proposta de ensino, esta sequência de atividades é direcionada para o corpo docente, ou seja, constituem um grupo de atividades, estratégias e intervenções planejadas para que os professores tenham acesso a novas possibilidades para realização de um Ensino de Física contextualizado.

5.2 Pesquisa: aspectos apropriados das análises e síntese

5.2.1 Aspectos da Abordagem CTS com foco na HC

Nessa etapa, tomamos em consideração os aspectos colocados por Beltran (2014) e por Sasseron (2017) que as propostas CTS e de HC devem conter características que considerem as relações existentes entre a Ciência, suas Tecnologias e a Sociedade, apresentando uma proposta de Ensino de Física que vá além do caráter conteudista da disciplina. Embora a catapulta também seja utilizada para outras finalidades, como catapultar seres humanos em espetáculos circenses, por exemplo, e atualmente auxiliando no lançamento de aeronaves que decolam da plataforma de navios porta aviões; seus fins bélicos permitem discutir o uso da Ciência e da Tecnologia na Sociedade. Além disso, a mecânica do dispositivo está naturalmente relacionada aos conteúdos físicos abordados, voltados para dinâmica de lançamento de projéteis, balística e cálculos matemáticos.

Outro aspecto importante deste mecanismo é o seu longo período de duração histórica, originando-se por volta do ano 300 a.C e perdurando até os dias atuais, o que permite perceber as motivações que conduziram a estruturação de tal tecnologia, tal qual a sua repercussão social. De acordo com Martins (2005 *apud* Paraná, 2008, p. 7),

O uso adequado de alguns episódios históricos permite perceber o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento formando uma visão da real natureza da ciência seus procedimentos e suas limitações – o que contribui para a formação de um espírito crítico e para a desmistificação do conhecimento científico, sem, no entanto, negar o seu valor.

É importante neste tipo de abordagem, estivemos atentos para não fazer/induzir a uma comparação pura e simples entre tecnologias de diferentes épocas, incorrendo em um erro cronológico (anacronismo). Buscou-se estratégias que apresentassem de forma clara os conceitos que balizam um recorte na linha espaço-tempo em suas variadas dimensões: política, filosófica, científica, religiosa e cultural.

5.2.2 Aspectos Externalistas: motivações históricas e sociopolíticas para criação do artefato tecnológico bélico

Atribui-se a criação das catapultas a um dos principais cientistas da antiguidade clássica, Arquimedes, no período compreendido entre 400 a.C. e 300 d.C.

A essência bélica de tal aparato tecnológico é inegável. Sua estrutura era composta essencialmente por madeira e cordas (materiais abundantes na época). Eram utilizadas para lançar objetos pesados contra exércitos ou fortificações inimigas (grandes muralhas intransponíveis), causando graves danos.

A catapulta historicamente carrega o título de primeira arma biológica da história. De acordo com Colasso (2015), catapultas foram utilizadas pelos mongóis para arremessar cadáveres infectados contra a Criméia no período entre 1346 e 1347 d.C., evento que se tornou suspeito de originar uma pandemia de peste na Europa. Durante o período medieval, arremessavam-se carcaças de animais mortos em decorrência de pragas e da peste negra para o interior dos castelos sitiados, com intuito de proliferar doenças entre os habitantes ali confinados.

Quando utilizadas como armas de cerco, podiam levar dias para que sua montagem fosse concluída. Tal tarefa era atribuição do corpo de carpinteiros que compunham o exército, executando-a na posição indicada pelos comandantes. As catapultas de menor porte podiam ser transportadas com a utilização de cavalos.

O tempo de “glória” das catapultas declinou com o advento dos canhões, que possuíam minimamente o mesmo poder de fogo e destruição das catapultas, colocando-as em desuso.

Têm-se relatos, segundo Onça (2007), de um último ato das remotas peças de artilharia sendo utilizadas por soldados durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918). Foram confeccionadas pequenas catapultas com a utilização de molas e madeira, e as utilizaram para o arremesso de granadas entre os combatentes entrincheirados.

Na atualidade ainda é possível vermos as catapultas em uso, porém em situações menos adversas. O número circense conhecido como “HOMEM-BALA” arremessa um indivíduo contra redes de amparo fazendo uso de um canhão dotado de molas em seu interior.

Outra aplicação dá-se no auxílio ao pouso e decolagem de aeronaves em navios do tipo porta aviões. Para vencer o curto trecho disponível e proporcionar ao avião a velocidade necessária para decolagem, faz-se uso de uma catapulta gigante, com características

semelhantes à de uma atiradeira (estilingue). Tais catapultas são conhecidas como CATOBAR (*Catapult Assisted Take Off But Arrested Recovery*).

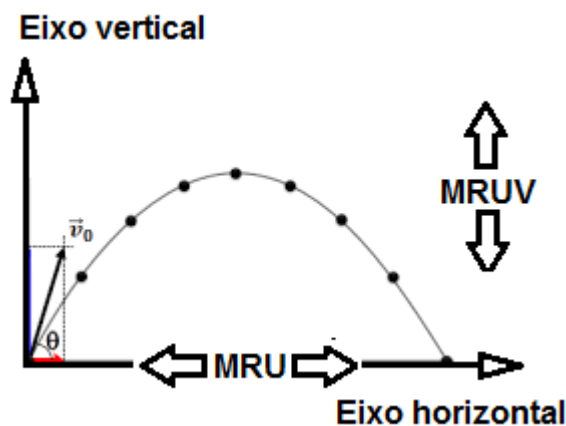
5.2.3 Aspectos Internalistas: Conhecimentos Físicos

Os conhecimentos físicos abordados estão relacionados ao lançamento de projéteis.

Embora nossa abordagem seja por meio de um instrumento tecnológico de natureza bélica, tais conceitos estão fortemente presentes em nosso cotidiano.

Suponha que um goleiro ao chutar uma bola imprime-lhe uma velocidade (V_0) que forma um certo ângulo Θ ($0^\circ < \Theta < 90^\circ$) em relação a horizontal. Tal situação está representada no gráfico a seguir.

Figura 17 – Movimento da bola



Fonte: O autor, 2024.

O movimento representado no gráfico constitui um lançamento oblíquo. Para discutirmos este problema, iremos dividi-lo em duas partes: O movimento em relação ao eixo horizontal, caracterizando-se por ser retilíneo e uniforme (MRU) e o movimento em relação ao eixo vertical, que se apresenta como um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).

A partir desta abordagem trataremos temas relacionados ao estudo do movimento (cinemática escalar) e suas formulações matemáticas.

Figura 18 – Cinemática escalar e suas fórmulas

MRU		
$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$	$S = S_0 + v \cdot t$	
MRUV		
$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	$v = v_0 + a \cdot t$	$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$

Fonte: O autor, 2024.

As características vetoriais da velocidade, assim como suas projeções ortogonais estão presentes nesse problema.

De forma sintetizada, os pontos chaves desenvolvidos foram:

- Características e fórmulas do Movimento Retilíneo e Uniforme (MRU).
- Características e fórmulas do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).
- Altura máxima do projétil.
- Alcance máximo do projétil.
- Velocidade do projétil em diferentes pontos da trajetória.
- Projeção de vetores.

5.3 Prototipagem

A versão inicial da Sequência Didática foi estruturada para a avaliação dos professores no grupo focal da seguinte forma:

Figura 19 – Proposta de Sequência Didática

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA (CTS e HC)
<p>Objetivo: Discutir os atravessamentos da Ciência e da Tecnologia na Sociedade a partir da contextualização dos conteúdos de Física pela História da Ciência.</p> <p>Dinâmica da aula: Aulas expositivas dialogadas com apresentação de filmes; oficina de construção de aparatos tecnológicos bélicos; competição de arremessos balísticos e rodas de conversa.</p> <p>Abordagem: Iremos trabalhar em uma perspectiva CTS, buscando desenvolver uma percepção discente sobre a Ciência e suas Tecnologias como elemento de natureza social atravessada pela rede complexa que permeia a sociedade em diferentes esferas: cultural, religiosa, econômica, política entre outras. Iremos trazer a História da Ciência como uma</p>

ferramenta que nos auxilie em um olhar panorâmico ao longo tempo, que permitirá uma análise externalista e internalista da ciência e suas tecnologias ao longo de um processo histórico, de modo a evidenciar o contexto e os paradigmas que influenciam a gênese do “conhecimento científico”.

Recursos: Data show, materiais recicláveis diversos, artigos de papelaria (cola quente, palitos de picolé, elásticos), sala de recursos audiovisuais e gravador de áudio.

Duração: Quatro aulas. Cada aula terá duração de uma hora e meia, totalizando seis horas.

Cronograma:

1ª AULA

1º momento

Slides: Apresentação sobre a Ascensão do Império Otomano



Breve histórico

- Crescimento (1453-1683)
- Expansão e apogeu (1453-1566)
- Estagnação e reforma (1699-1822)
- Declínio e modernização (1822-1908)
- Dissolução (1908-1922)

É feito um breve histórico em aula expositiva dialogada, sobre o Império Otomano, com duração aproximada de vinte minutos. Utiliza-se a ascensão deste império como elemento de problematização da construção e utilização de artefatos tecnológicos pela sociedade, tais quais os seus desdobramentos ao longo do tempo. Faz-se uma apresentação de slides com o equipamento (Projector + teclado) disponível na unidade escolar.



Equipamento disponível na unidade escolar

2º momento

Vídeo



Exibição de um episódio da série Ascensão Império Otomano no laboratório de recursos audiovisuais (LIED), com duração aproximada de 40 minutos. O intuito deste recurso didático é a utilização da História da Ciência para identificação de um artefato tecnológico dentro do cenário histórico apresentado. Buscamos promover a reflexão e o pensamento crítico sobre os desdobramentos de tal tecnologia e a forma com a qual as estruturas sociais o atravessam.

3º momento: Debate sobre o papel das tecnologias na ascensão do Império Otomano

Estudo dirigido sobre o Filme:

- Vocês conseguem identificar algum artefato tecnológico utilizado na ascensão do Império Otomano?
- Qual o papel desse artefato dentro do cenário apresentado?
- Que conhecimentos vocês acham que foram necessários para construção do artefato?
- Podemos conceber a Ciência como um elemento neutro?

Realização de uma roda de conversa com duração aproximada de 30 minutos, para discutirmos os pontos levantados acima.

2ª AULA

1º momento

Slides: Outro artefato tecnológico bélico antecessor ao canhão: a catapulta



Potencial bélico

1ª arma biológica da História

Declínio em virtude do advento dos canhões

Utilização durante a Primeira Guerra Mundial

Uso na atualidade

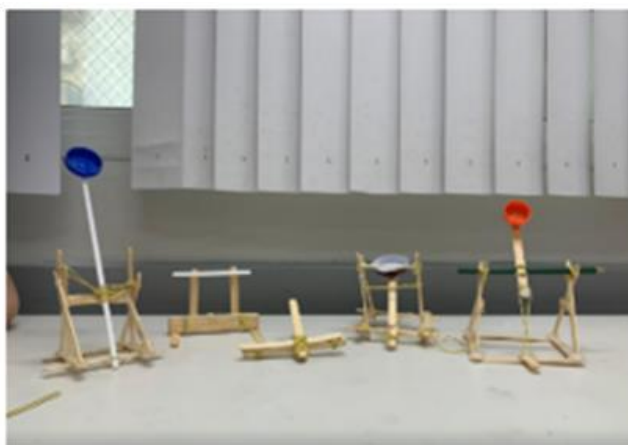
Aula expositiva dialogada com apresentação de slides destacando os aspectos históricos da catapulta, com expectativa de duração aproximada de 20 minutos.

Oficina: Vamos construir uma catapulta!



São disponibilizados materiais recicláveis de baixo custo para os estudantes, assim como artigos de papelaria: pistola de cola quente, bastões de cola quente, tesoura, palitos de picolé, elásticos, barbante e fita adesiva.

Durante a oficina, os estudantes são instruídos a construir uma pequena catapulta, com os recursos disponíveis, que seja capaz de arremessar uma moeda de 1 real. Os discentes são dispostos em grupos com quatro ou cinco participantes, escolhidos através de sorteio realizado pelo professor. No decorrer dos disparos, os participantes utilizam óculos de proteção disponibilizados pelo mediador. O tempo estimado de duração é de 30 minutos.

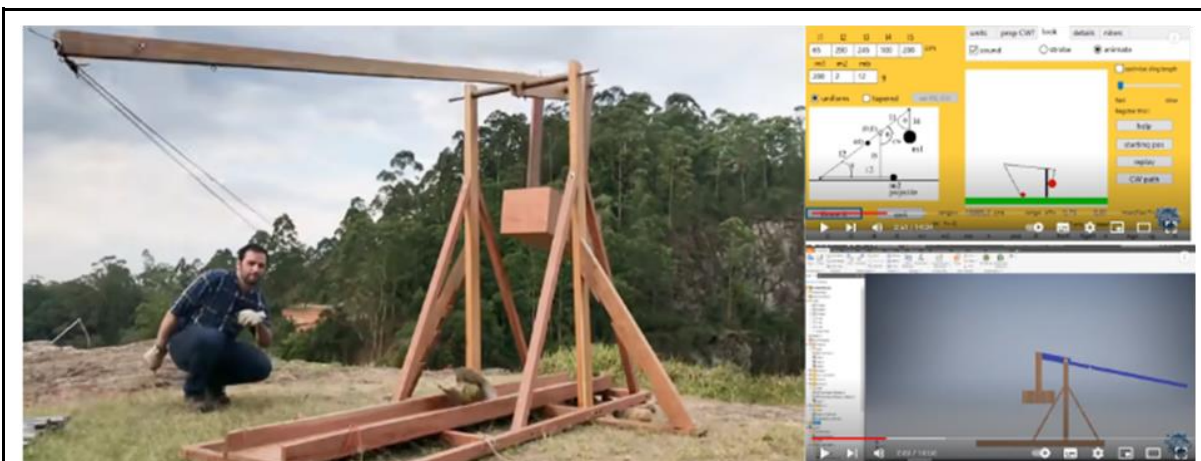


Registro: Procedimentos e o que deu certo e o que deu errado.

Os grupos são convidados a relatarem por escrito os procedimentos utilizados na construção do aparato, buscando identificar o que funcionou, o que não funcionou e quais os possíveis ajustes para o aprimoramento da catapulta por eles construída.

Passo a passo: Explorando o conhecimento de física.

Vídeo Manual do Mundo.

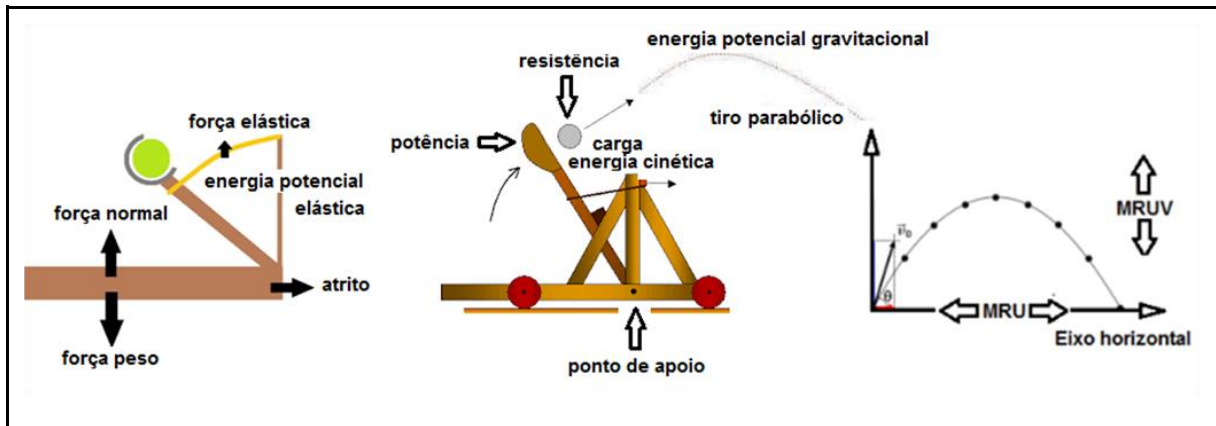


É exibido um vídeo do canal Manual do Mundo com 14 minutos de duração, onde o apresentador do canal, Iberê, constrói uma catapulta e apresenta importantes aspectos técnicos inerentes à disciplina de Física. Desta forma, os estudantes são munidos por um embasamento teórico que os auxilia para participação na próxima aula, uma competição de arremessos! Os grupos podem levar as suas catapultas para casa, trabalhar em melhoramentos e apresentá-las na aula seguinte para o campeonato de disparos balísticos a longa distância.

3ª AULA

Competição de arremessos: Explorando os conhecimentos de Física.

A terceira aula é dedicada à competição de arremessos, onde o professor traz questionamentos em meio aos disparos, com objetivo de suscitar no estudante reflexão acerca de conhecimentos físicos empregados no funcionamento do aparato. A expectativa é de que o estudante consiga, dentre os conceitos que podem ser explorados, correlacionar principalmente o alcance do projétil ao ângulo de tiro, determinando experimentalmente qual o ângulo ideal para obtenção do máximo alcance. Tempo estimado: 90 minutos.



4ª AULA

Roda de conversa:

Sobre como a Ciência está envolvida na Sociedade?

O conhecimento de Física relacionado ao lançamento de projéteis.

Qual o propósito da Ciência e da Tecnologia para com a Sociedade?

A quarta aula tem como ponto central uma roda de conversa que tem como objetivo verificar se houve ou não promoção dos estudantes no tocante aos conteúdos da disciplina de Física, além de verificar se houve o fomento de discussões que a propiciaram a reflexão e o pensamento crítico acerca da Ciência e suas Tecnologias a partir da sequência de atividades proposta. Tempo estimado: 90 minutos.

Fonte: O autor, 2024.

A título de mestrado acadêmico é requerido minimamente atingirmos a etapa de prototipagem na construção do PE. Contudo, avançamos em duas etapas que foram a avaliação e a aplicação do produto educacional.

5.4 Avaliação e aplicação do produto

A realização do GF pode ser interpretada como etapa de avaliação do produto, uma vez que os participantes identificaram de forma qualitativa pontos de melhor adequação a sua utilização e aplicação, provocando transformação e alteração na elaboração do PE. O PE foi desenvolvido dentro das especificidades dos sujeitos, unidade escolar e contexto social na qual estamos inseridos, onde, no GF realizado com os professores, como dito, foi identificado

o seu potencial de replicabilidade, o que de acordo com Ortiz (2023, p. 1) destaca uma importante etapa no desenvolvimento de um Produto Educacional. A seguir seguem as contribuições de alguns professores:

Professor C: Pode melhorar o lançamento dele no golpe de judô.

Professor D: Você traz motivações para estudar história, como os povos indígenas usaram arco e flecha, como que o povo negro usava o facão.

Professor B: Sim, acho que sim. Acho não, tenho certeza, porque você colocou a catapulta, tem o jogo de basquete, né, o chute, a bolinha do golfe. Tudo na verdade eu acho que pode gerar no aluno dele perceber lá na frente que todo lançamento de um projétil/objeto, ele tem a mesma característica de movimento, que é o que a Física quer...

Professor F: A Física aplicada na Educação-Física.

O fato do instrumento catapulta poder ser trocado por uma análise do lançamento em variadas modalidades esportivas, como basquete, golfe e esportes marciais que utilizam técnicas de projeções, assim como a utilização de ferramentas em nosso cotidiano, faz com que a proposta de SD tenha uma grande capacidade de se adaptar à diferentes cenários e contextos, deixando latente a possibilidade de replicabilidade.

O Produto Educacional não é um material pedagógico pronto/acabado, isento de análises críticas. Deve fazer o papel de interlocutor entre os variados cenários que os docentes irão se deparar dentro de um país com dimensões continentais. Os PE desenvolvidos são mutáveis, devendo/podendo ser revisitados, revisados e modificados a fim de servir aos professores (as) como ferramenta viável de ensino junto aos seus estudantes, atendendo às demandas e necessidades de cada realidade individualmente, podendo ser aplicado de maneira fácil, rápida, parcial ou integral. Como mencionado por Rizzatti *et al.* (2020, p. 10) evidenciando a sua aplicabilidade:

Professores e professoras podem reusar (liberdade de usar), revisar (adaptar, modificar, traduzir), remixar (combinar dois ou mais materiais), redistribuir (compartilhar) e reter (ter a própria cópia) os diferentes produtos gerados nos MP de modo crítico, adaptando-os às necessidades de suas diferentes turmas de alunos e devolvendo à sociedade novos PE num continuum.

Feitas as alterações decorrentes da realização do GF, o Produto Educacional foi aplicado com a turma. Foi possível observarmos ao longo de quatro aulas alunos motivados, discutindo os temas pertinentes à disciplina de Física de forma contextualizada, aplicando-os na solução efetiva de problemas e posicionando-se criticamente quanto a natureza da Ciência, suas Tecnologias, consequências futuras e a dinâmica da relação estabelecida pelo tripé homem, Tecnologia e Sociedade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa buscamos compreender as contribuições que a abordagem CTS contextualizada pela HC pode trazer para o Ensino de Física a partir de uma SD voltada para professores da 1ª série do ensino médio.

Trouxemos uma proposta de Ensino de Física que reconhece nos ideais CTS e na HC potencialidades para um ensino eficaz em relação aos conteúdos disciplinares, mas também promotora de uma compreensão sobre a natureza da Ciência e de como esta se relaciona de maneira íntima e indissociável das questões humanas e socioculturais.

Ao articularmos os ideais CTS e a HC foi possível discutirmos os conteúdos da disciplina dentro de um cenário histórico identificando importantes elementos de contribuição para o ensino de Física. Destacamos os aspectos motivacionais presente nos alunos durante as práticas e a possibilidade de se trabalhar abordagens teóricas circunscritas pelo contexto histórico e social de uma época, favorecendo um ensino contextualizado e com significado, além de conduzir os estudantes a refletirem sobre a natureza da Ciência e as demandas sociais e influências culturais que a atravessam. Essa perspectiva fomentou o pensamento crítico e estimulou os discentes a questionarem o papel da Ciência e das suas Tecnologias na Sociedade tais quais as suas dependências com a relação de bem-estar social. O aspecto interdisciplinar presente na proposta mostrou-se capaz de aproximar professores de diferentes áreas do saber, que evidenciaram o potencial de se aplicar esta abordagem em diversos contextos educacionais, permitindo que profissionais de diferentes disciplinas possam replicar a metodologia e adaptá-la para o enriquecimento de suas práticas educacionais.

Buscamos quebrar com o arquétipo de uma Ciência neutra construída somente por nomes dotados de grande genialidade e distante dos problemas que assolam a nossa realidade. Deste modo trabalhamos no intuito de uma educação mais crítica e reflexiva, possibilitando novas formas de ensinar que transformem o discente em um agente ativo tendo condições de se posicionar e modificar a sua realidade no tocante a temas de cunho científico-tecnológicos, e, portanto, notando que o conhecimento seja científico ou não, faz parte da expressão humana, sendo os aspectos sociais de grande importância na compreensão do fazer científico.

A proposta de Ensino de Física apresentada mostrou-se uma alternativa interessante para finalidade descrita, visto que a análise dos dados obtidos aponta que foi possível trabalharmos temas de Física de maneira contextualizada, discutindo temáticas atuais e refletindo sobre problemas que assolam o planeta e a comunidade local, passando pela formação do cientista, e até mesmo, o que vem a ser um cientista, absorção social de novas

matrizes energéticas e as guerras entre as nações Rússia, Ucrânia, Palestina e Israel, trazendo debates sobre questões técnicas da disciplina presentes nos confrontos e análises de caráter econômico, social e político sobre o uso da Ciência e de suas Tecnologias.

Durante a pesquisa encontramos algumas dificuldades para implementação da abordagem de uma forma plena. A falta de apoio do material didático, que não traz suporte para conteúdos críticos e limita as possibilidades de um ensino contextualizado e significativo. Além disso, a limitação do programa curricular voltado para os grandes exames vestibulares oferece pouca flexibilidade, o que associado ao tempo disponível em sala de aula se constituíram agentes dificultadores. A combinação desses fatores ressaltou a necessidade de apoio institucional e de materiais didáticos que incentivem abordagens críticas e contextualizadas. Superar esses desafios é essencial para que possamos aplicar diferentes metodologias de maneira mais eficaz e consistente.

A análise dos referenciais teóricos e da revisão de literatura apresentou um panorama bastante favorável para adoção de uma abordagem de Ensino de Física através de uma educação CTS e de sua dimensão histórica da Ciência. Esta aproximação nos direcionou para um ensino contextualizado e reflexivo, articulando Ciência e Tecnologia com as esferas culturais, sociais, políticas e econômicas objetivando uma formação crítica e, quiçá, capaz de promover uma Sociedade mais justa e igualitária.

Possíveis desdobramentos desta pesquisa incluem a criação de materiais didáticos específicos que integram a abordagem CTS e História da Ciência, a formação continuada de professores para o uso dessa metodologia e a ampliação dos estudos em diferentes contextos e disciplinas.

Concluimos, portanto, que desta forma estamos projetando uma educação científica crítico-reflexiva que entende a Física como uma constituinte das ações humanas, existindo a necessidade de que seus conteúdos sejam abordados dentro do contexto social para que não haja prejuízo dos temas a serem estudados, sendo este um fator determinante para concepção da prática de um ensino de Física que prepare o estudante para exercer um papel ativo na Sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARONS, Derrick E. Explorando o balanceamento entre riscos e benefícios em pesquisa biomédica: algumas considerações. **Revista Bioética**, v. 25, n. 2, p. 320-327, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bioet/a/zJ6V6y7B9MWPvfCb6WykstF/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 18 out. 2024.
- ABRANTES, Paulo Cesar Coelho. Problemas metodológicos em historiografia da ciência. *In: SILVA FILHO, Waldomiro José da. Epistemologia e Ensino de Ciências*. Salvador: Arcádia, 2002. p. 51-91.
- ABREU, T. B.; FERNANDES, J. P. ; MARTINS, I. Levantamento Sobre a Produção CTS no Brasil no Período de 1980-2008 no Campo de Ensino de Ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, p. 3-32, 2013.
- AFONSO, M. L.; ABADE, F. L. **Para reinventar as rodas**: rodas de conversa em direitos humanos. Belo Horizonte: RECIMAM, 2008.
- AIKENHEAD, Glen S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-21, 2009.
- AIKENHEAD, Glen S. STS education: A rose by any other name. *In: CROSS, Roger (ed.). A vision for science education: Responding to Peter Fensham's Work*. Abingdon: Routledge, 2004. p. 59-75.
- AIKENHEAD, Glen S. What is STS Science Teaching?. *In: SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, Glen S. (ed.). STS Education: International Perspectives on Reform: Ways of Knowing Science Series*. New York: Teachers College Press, 1994.
- ALVIM, Márcia Helena. História das ciências e ensino de ciências: potencialidades para uma educação cidadã. *In: SEMINARIO IBEROAMERICANO CTS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 6., Madrid. **Anais [...]**. Madrid: CTS, 2012. p. 1-8.
- ALVIM, Márcia Helena; ZANOTELLO, Marcelo. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 349-359, 2014.
- ARRUDA, Rodrigo Sinigaglia. **BNCC e ensino de física**: a incógnita do ensino interdisciplinar. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e Licenciatura em Física) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/216995>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. *In: SEMINARIO IBEROAMERICANO CTS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 4., Madrid. **Anais [...]**. Madrid: CTS, 2006. p. 1-7.
- AULER, Décio. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007.

BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASTOS, S. N. D.. Etnociências na sala de aula: uma possibilidade para aprendizagem significativa. *In: Anais do II CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 2.; PARA ALÉM DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO 294, 2., 2013, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: PUC-PR, 2013. Disponível em: <http://www.eses.pt/interaccoes>. Acesso em: 4 fev. 2024.

BATISTA, Carlos Alexandre dos Santos; PEDUZZI, Luiz O. Q. Concepções epistemológicas de Larry Laudan: uma ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros do ensino de ciências e ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 38-55, 2019.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V.; LINSINGEN, I. V. O que são e para que servem os estudos CTS. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA*, 2000, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: ABENGE, 2000. p. 1-6. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/19/artigos/310.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2024.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998.

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. (ed.). **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**: Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI). Florianópolis: OEI, 2003. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/walter/files/2023/06/1_Introducao_ aos_estudos_CTS_Bazzo_et_al.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P.. **História da Ciência para Formação de Professores**. São Paulo: Livraria da Física, 2014. V. 1.

BERNARDO, José Roberto da Rocha. **A Construção de estratégias para abordagem do tema energia a luz do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) junto a professores de física do ensino médio**. 2008. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

BERTO, Jose Alexandre; LORENZETTI, Leonir. O desenvolvimento da educação CTS com o tema energia elétrica nos livros didáticos de física do ensino médio: possibilidades e desafios. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 9, n. 29, p. 288-305, 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB)**. Organização de Jaqueline Moll. Brasília, DF: MEC, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento de Área: Ensino**. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ensino1.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP n. 22/2019, aprovado em 7 de novembro de 2019**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_PAR_CNECPN222019.pdf?query=LICENCIATURA. Acesso em: 7 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Linguagens, códigos e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC: SEMTEC, 1999.

BRAGA, M.. **A nova Paidéia: Ciência e educação na construção da modernidade**. Rio de Janeiro: E-papers, 2000.

CARRION, Alexandre Lückemeyer Machado. **Brasil na Segunda Guerra Mundial: Consequências e Contribuições para a Evolução do Exército brasileiro**. 2010. Monografia (Bacharelado em História) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2010.

CARVALHO, A. M. P.; Ricardo, E.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L.; PIETROCOLA, M.. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Coleção Ideias em Ação, V. 1.

CHUEIRI, Mary Stela Ferreira. Concepções sobre a Avaliação escolar. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 19, n. 39, p. 49-64, 2008. Disponível em: <https://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1418/1418.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2023.

COLASSO, C. G.. **Histórico das Armas Biológicas**. Apresentação de Trabalho. 2015.

COSTA, Luciano Gonçalves; BARROS, Marcelo Alves. O ensino da Física no Brasil: problemas e desafios. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba. Anais [...]*. Curitiba: PUC-PR, 2015.

CRUZ, S. M. S. C. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. *In: PIETROCOLA, M. (ed.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 9-32.

DAGNINO, Renato Peixoto. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. **Alexandria**, v. 1, p. 3-36, 2008.

DECONTO, Diomar Caríssimo Selli. **A perspectiva ciência, tecnologia e sociedade na disciplina de metodologia do ensino de física**: um estudo na formação de professores à luz do referencial sociocultural. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

DEITOS, Greyze Maria Palaoro; GARCIA, Simone Domingues; STRIEDER, Dulce Maria. Tendências da pesquisa brasileira em ensino de ciências: o que foi discutido em periódicos no ano de 2018. **Revista Valore**, v. 6, p. 795-808, 2021.

DEMO, Pedro. Teoria e prática da avaliação qualitativa. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE AVALIAÇÃO NA EDUCAÇÃO, 2., 2004, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 156-166.

DIAS, Ranulfo da Silva; OLIVEIRA, Adhimar Flávio. Uma análise das investigações históricas sobre a luz e o entendimento das cores. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e0211628383-e0211628383, 2022.

DINIZ, Natália de Paiva; ASSIS, Alice. Inserção da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: uma revisão (2015-2020). **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 2, p. 828-862, 2022.

FEYERABEND, P.. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora, 1977.

FEISTEL, Roseli Adriana Blümke; MAESTRELLI, Sylvia Regina Pedrosa. A Interdisciplinaridade na Formação de Professores de Ciências Naturais e Matemática: algumas reflexões. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: CIÊNCIA, CULTURA E CIDADANIA, 7.; ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Gráfica Floriprint, 2009.

FLORÊNCIO, Érika de Menezes; SILVA, Ricardo Rodrigues da; REIS, Larissa Fernanda Santos Oliveira dos. A integração da história e filosofia da ciência no ensino de física: uma análise por meio da revisão sistemática. 2024. Disponível em: https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2624/A%20integração%20da_artigo_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 1 out. 2024.

GATTI, Bernadete A. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. Brasília: Líber Livro, 2005.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma Imagem Não-deformada do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GODOI, Guilherme Henrique de. **O ensino de física na perspectiva da base nacional comum curricular**. 2018. Monografia (Especialização em Física) – Instituto Federal Goiano, Goiânia, 2018.

GOLDIM, J. R. *et al.* O processo de Consentimento Livre e Esclarecido em Pesquisa: Uma Nova Abordagem. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 49, n. 4, p. 372-374, 2003.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S.. Interlocução entre os saberes: relações entre os saberes populares de artesãs do triângulo mineiro e o ensino de ciências. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2009.

GUIMARÃES, Ricardo Rangel; MASSONI, Neusa Teresinha. Argumentação e pensamento crítico na educação científica: análise de estudos de casos e problematizações conceituais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 320-344, 2020.

HARMS, N. C.; YAGER, R. E. What research says to the science teacher. **NSTA**, v. 3, 1980.

HESSEN, B. **As raízes sociais e econômicas do “Principia” de Newton**. Tradução João Zanetic e Maria Regina D. Kawamura. 1984. p. 37-55. Disponível em: <https://www.cei.santacruz.g12.br/~fisica/lessons/3up/newton.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2024.

JANUÁRIO, Maria Derlandia de Araújo; HOERNIG, André Felipe; MASSONI, Neusa Teresinha. Tendências atuais sobre o Ensino de Física Moderna: uma revisão de literatura. **Revista Educar Mais**, v. 8, p. 1-22, 2024.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRUPCZAK, Carla; AIRES, Joanez Aparecida. A natureza da Ciência na Base Nacional Comum Curricular: potencialidades e limitações. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, p. 1-16, 2022.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LANGHI, Rodolfo; MARTINS, Bruno Andrade. Um estudo exploratório sobre os aspectos motivacionais de uma atividade não escolar para o ensino da Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 64-80, 2018.

LARANJEIRAS, Cassio Costa. Concepção de Conhecimento e a Dimensão Cultural da Ciência. *In: MARTINS André Ferrer Pinto (org.). A Física Ainda é Cultura?*. São Paulo: Livraria da Física, 2009. p. 193-210.

LARANJEIRAS, Cassio Costa. **Redimensionando o ensino de física numa perspectiva histórica**. 1994. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

LIBANO, Mateus S. A História do ensino de física no Brasil: Problemas e desafios. *In: CONEDU*, 6., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Realize, 2019.

LIMA, J.; SOUSA, J.; FEITOSA, S.. **Pitelim e as Leis de Newton**. Campina Grande, PB: [s.n.], 2007.

LIMA, L. G.. Conhecimento poderoso e ideias fundamentais: Uma proposta de currículo em espiral para a física escolar. **Caderno de física da UEFS**, v. 20, p. 2301.1-2301.28, 2022.

LINSINGEN, Irlan von. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-16, 2007.

LOPES, Alice. Reflexões sobre currículo: as relações entre senso comum, saber popular e saber escolar. **Em Aberto**, v. 12, n. 58, 1993.

LOPES, B. E. M.. Grupo Focal na pesquisa em ciências sociais e humanas. **Revista Educação e Políticas em Debate**, v.3, n. 2, p. 482-492, 2014.

LUCKESI, Cipriano C. **Avaliação da aprendizagem na escola**: reelaborando conceitos e recriando a prática. Salvador: Malabares Comunicação e Eventos, 2003.

LUZ, SLC. **O Ensino de Física no Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**: uma abordagem da Eletricidade a partir do Método Experimental Investigativo. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2008.

MAGALHÃES, Sandra Isabel Rodrigues; TENREIRO-VIEIRA, Celina. Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 19, n. 2, p. 85-110, 2006.

MARIANO, Ari Melo; SANTOS, Maíra Rocha. Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL AEDEM, 26.; AEDEM INTERNATIONAL CONFERENCE- ECONOMY, BUSINESS AND UNCERTAINTY: IDEAS FOR AN EUROPEAN AND MEDITERRANEAN INDUSTRIAL POLICY?, 2017, Calabria. **Anais [...]**. Calabria: AEDEM, 2017.

MARSULO, M. A. G.; SILVA, R. M. G.. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de Ciências. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 1-10, 2005.

MARTINS, A. F. P. Sem carroça e sem bois: breves reflexões sobre o processo de elaboração de “uma” BNCC. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 689-701, 2018.

MARTINS, I. *et al.* Breves aproximaciones sobre la historia, las tendencias y las perspectivas del movimiento CTS en América Latina. **Boletim DA AIA-CTS**, v. 12, p. 99-104, 2020.

MEDEIROS, Deivid Gomes de. **O uso bélico da ciência**: o exemplo das catapultas como aplicação das teorias da elasticidade e do lançamento oblíquo. 2014. Monografia (Bacharelado em Física) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.

MEES, A. A. **Astronomia**: motivação para o ensino de Física na 8ª série. 2004. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MIRANDA, Elisangela Matias. **Tendências das perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas áreas de Educação e Ensino de Ciências**: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas. 2012. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

MORAES, J. U. P.; ARAUJO, M. S. T.. **O Ensino de Física e o CTSA**: caminhos para uma educação cidadã. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.

NASCIBEM, Fábio Gabriel; VIVEIRO, Alessandra Aparecida. Para além do conhecimento científico: a importância dos saberes populares para o ensino de ciências. **Interacções**, v. 11, n. 39, p. 285-295, 2015.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A história da ciência no ensino de física. **Ciência & Educação**, v. 5, p. 73-81, 1998.

OLIVEIRA, Rodrigo da Conceição de. **Uma conversa sobre a disciplina de física à luz da BNCC e do Novo Ensino Médio**: desafios e possibilidades para a implementação das novas diretrizes educacionais. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Física) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

OLIVEIRA, Rosângela Rodrigues de; ALVIM, Márcia Helena. Elos possíveis entre a História das Ciências e a Educação CTS. **Khronos**, n. 4, p. 58-71, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/khronos/article/view/131155>. Acesso em: 25 jan. 2024.

ONÇA, Fabiano. Catapulta: a história da invenção que mudou a história das guerras. **Revista Super Interessante**. Rio de Janeiro, 31 out. 2007 [atualizado em 30 out. 2019]. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/a-mae-de-todas-as-guerras>. Acesso em: 11 jan. 2024.

ORTIZ, Neiva Lílian Ferreira; BEMME, Luís Sebastião Barbosa; VESTENA, Rosemar de Fátima. Dinâmica de produção dos produtos educacionais em mestrados profissionais em ensino de ciências e matemática. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 8, n. 3, p. 1-24, 2023.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação/SEED. Departamento de Educação Básica/DEB. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica/DCEs**: Física. Curitiba: SEED/DEB, 2008.

PASQUALLI, Roberta; VIEIRA, Josimar de Aparecido; CASTAMAN, Ana Sara. Produtos educacionais na formação do mestre em educação profissional e tecnológica. **Educitec: Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 4, n. 7, p. 106-120, 2018.

PEREIRA, Lilian Al-Chueyr. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

PEREIRA, Ronaldo Coelho; MACÊDO, Haroldo Reis Alves de; RODRIGUES, Inaiara Leite. A inserção da história e filosofia da ciência no ensino de ciências: uma visão geral a partir da análise de artigos disponíveis no portal de periódicos da CAPES. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 4, p. 54-62, 2019.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1987.

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

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; MATOS, Eloiza Aparecida Silva Ávila de; BAZZO, Walter Antonio. Refletindo acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade: enfocando o Ensino Médio. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 44, p. 147-165, 2007.

POMBO, Olga. Epistemologia da Interdisciplinaridade. **Ideação**, v. 10, n. 1, p. 9-40, 2008.

PREUSSLER, Vanda Thomas; MÜNCHEN, Sinara. A educação CTS no Ensino Médio: revisão de pesquisas sobre formação de professores de Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. 1, p. 406-433, 2023.

PRUDÊNCIO, Christiana Andréa Vianna; GUIMARÃES, Fernanda Jordão. A contextualização no ensino de ciências na visão de licenciandos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2015, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2015.

REIS, Pedro. Da discussão à ação sócio-política sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

RICARDI, Natália Carminatti. **História e filosofia da ciência**: possibilidades pedagógicas para o ensino de ciências. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e contextualização no ensino de Física. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (coord.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 29-48.

RIZZATTI, Ivanise Maria *et al.* Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/12657>. Acesso em: 4 fev. 2024.

RODRIGUES, Denise Gomes; SANTOS, Fernando Santiago dos. O desenvolvimento de jogos didáticos de História da Ciência para os ensinos Fundamental II e Médio: revisão bibliográfica e sugestões de aplicabilidade. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSP, 11., 2020, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: IFSP, 2020. p. 1-5.

RODRIGUES, Gustavo Matheus de Oliveira; RODRIGUES JUNIOR, Edmundo; OLIVEIRA, Paulo José Pereira de. A história da ciência na educação científica: uma revisão de literatura. **Caderno de Física da UEMS**, v. 18, n. 2, p. 2601.1-2601.23, 2020.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino da Física: objetivos e imposições no Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, 2005.

SANTANA, I. M. ; SILVA, M. F. G.. Grupo focal: Instrumento de coleta de dados na pesquisa em educação. **Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade**, v. 10, p. 52-62, 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda *et al.* Princípios de design para um ensino de Ciências contextualizado pelas relações entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente. **Educação e Fronteiras**, v. 9, n. 25, p. 183-207, 2019.

SASSERON, L. H.; Machado, V. F.. **Alfabetização Científica na Prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017. V. 1.

SCHEPPER, R.; SILVA, L. F. ; MENEZES, P. H. D.. **Contribuições de Brasileiros e Ibéricos para o Enfoque CTS na Educação Básica**. Juiz de Fora, MG: Spargere, 2018.

SESTARI, Fabiane Beatriz; GARCIA, Isabel Krey; SANTAROSA, Maria Cecília Pereira. Ações interdisciplinares no ensino de Física: pressupostos teóricos e revisão da literatura. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, p. 883-913, 2021.

SILVA, Elifas Levi da. **Aspectos motivacionais em operação nas aulas de Física no Ensino Médio, nas escolas estaduais de São Paulo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVA, José Nonailton Alves *et al.* A experimentação como ferramenta motivacional no ensino de física. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 102473-102485, 2020.

SILVA, Jurivaldo Alves. **Cordel do meio ambiente**. Feira de Santana, BA: [s.n.], 2006.

SILVA, Marcelo Souza da; RIBEIRO, Daiane Maria dos Santos. Ensino de Física no Sertão: Literatura de cordel como ferramenta didática. **Revista Semiárido De Visu**, v. 2, n. 1, p. 231-240, 2012.

SILVA, Wellington Lima da; SILVA FILHO, Wanderley Vitorino da; PADILHA, Igor Tavares. Revisão de literatura com foco em História e Filosofia da Ciência: a contribuição do Caderno Brasileiro de Ensino de Física entre 2010 e 2020. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 12, p. 716-746, 2021.

SILVA, D. F.; SANTOS, M. G. Plantas medicinais, conhecimento local e ensino de botânica: uma experiência no ensino fundamental. **Revista Ciência & Ideias**, v. 8, n. 2, p. 139-164, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. SBF reafirma sua posição sobre a BNCC do Ensino Médio. **Acontece na SBF**. São Paulo, 29 nov. 2018. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/v1/sbf/sbf-reafirma-sua-posicao-sobre-a-bncc-do-ensino-medio/>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SOLBES, J.; Traver, M.. La utilización de historia de las ciencias en la enseñanza de la Física y la Química. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 103-112, 1996.

SOLBES, Jordi. Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2013.

SOUSA, José Raul de; SANTOS, Simone Cabral Marinho dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa. **Pesquisa e debate em educação**, v. 10, p. 1396-1416, 2020.

STALLBAUM, Inês Dahmer; LEITE, Fabiane de Andrade. O Ensino Médio no Brasil e o enfoque dado às disciplinas da área de Ciências da Natureza: uma revisão bibliográfica. **Revista Dynamis**, v. 30, p. e11426-e11426, 2024.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TEIXEIRA, P. M. M.. **Movimento CTS: estudos, pesquisas e reflexões**. Curitiba: CRV, 2020. V. 1.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, p. 163-188, 2013.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2022.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

UGALDE, Maria Cecília Pereira; ROWEDER, Charlys. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, e99220, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31417/educitec.v6ied.especial.992>. Acesso em: 31 jan. 2023.

VÁRIAS ENTIDADES. Carta Aberta pela revogação da reforma do Ensino Médio (Lei 13.415/2017). **Retratos da Escola**, v. 16, n. 35, p. 667-682, 2022. Disponível em: <https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/1611>. Acesso em: 17 set. 2024.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. **O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma Revisão**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2009, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: UTFPR, 2009.

VIEIRA, Rui M. **Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclos do Ensino Básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC**. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Aveiro, Aveiro, 2003.

VIEIRA, Sebastiao da Silva. **A contribuição da produção de vídeos digitais por discentes de uma escola municipal na construção do conhecimento contextualizado no ensino de ciências**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

XAVIER, Patrícia Maria Azevedo; FLÔR, Cristhiane Carneiro Cunha. Saberes populares e educação científica: um olhar a partir da literatura na área de ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 308-328, 2015.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1988.

ZANETIC, J. A propósito do Artigo de B. Hessen sobre o “Principia” de Newton. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 6, n. 1, p. 33-36, 1984.

ZIMAN, John. The Rationale of STS Education is in the Approach. *In*: SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, Glen S. (ed.). **STS Education**: International Perspectives on Reform: Ways of Knowing Science Series. New York: Teachers College Press, 1994. p. 21-31.