

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BEATRIZ JAQUELINE SANT'ANA

**CTSA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ASPECTOS LATOURNIANOS
EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

CURITIBA

2020

BEATRIZ JAQUELINE SANT'ANA

**CTSA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ASPECTOS LATOURNIANOS
EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

CTSA and climate change: Latournian aspects in a didactic sequence

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre Formação Científica,
Educativa e Tecnológica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Dr. João Amadeus Pereira Alves

CURITIBA

2020



4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba



BEATRIZ JAQUELINE SANTANA

CTSA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: ASPECTOS LATOURNIANOS EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ciência, Tecnologia E Sociedade E Meio Ambiente.

Data de aprovação: 30 de Outubro de 2020

Prof Joao Amadeus Pereira Alves, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Giselle Watanabe, Doutorado - Fundação Universidade Federal do Abc (Ufabc)

Prof.a Noemi Sutil, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Roseline Beatriz Strieder, Doutorado - Universidade de Brasília (Unb)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 17/02/2022.

*Dedico este trabalho ao meu filho, José Eduardo,
pelas vezes em que eu não estava presente.*

Amo-te.

AGRADECIMENTOS

Ao final de mais esta etapa de trabalho eu não poderia deixar de agradecer a algumas pessoas importantes em minha vida, especialmente a:

Primeiramente a Deus, por ter me dado forças, me aparando nos momentos difíceis e me concedido momentos espetaculares não só ao longo desta etapa, mas em toda a minha vida.

Ao meu orientador, professor João Amadeus Pereira Alves, por toda a sua dedicação ao longo desta minha caminhada, por ter confiado no meu potencial mesmo quando eu não mais acreditava, pela paciência que sempre perpetuou nossas orientações (e aos cafés, é claro!). Sou eternamente grata por ter sido sua orientanda.

Às professoras da banca examinadora, Roseline Beatriz Strieder, Giselle Watanabe e Noemi Sutil pelas sugestões, considerações e críticas ao meu trabalho, que contribuíram para meu crescimento como professora e pesquisadora.

Agradeço à UTFPR e aos professores do PPGFCET pela oportunidade de fazer parte dessa instituição gratuita e de qualidade, em especial neste programa.

Aos meus amigos do mestrado, Tamara, Fran, Beti, Isa, Allyson e Pri, com quem compartilhei alegrias, tristezas, desesperos (muitos desesperos!), dúvidas e risadas. Em especial, agradeço à minha professora do primário e amiga de mestrado Bernadete Kurek que tanto me deu força nesse período.

Às minhas amigas, Siderlene e Denise, pelo companheirismo, amizade, cumplicidade e afeto não só nesta etapa da minha vida, mas em muitos outros momentos, o que nos tornou uma grande família para sempre.

Aos meus colegas dos colégios Anita Canet e Dr. Décio Dossi, companheiros de trabalho e luta, sempre buscando uma educação pública de qualidade.

À minha grande amiga Selma, a melhor diretora, amiga, irmã, mãe e todas as outras funções que você tem na minha vida, muito obrigada!

Agradeço à minha querida amiga Sônia, minha irmã de coração pela parceria, confidencialidade e carinho e por estar sempre presente em minha vida.

Em especial aos meus pais pelo apoio incondicional e pela compreensão nos momentos da minha ausência para me dedicar ao estudo e ao desenvolvimento desta dissertação. Muito obrigada por tudo e, principalmente, por cuidarem do Dudu.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste sonho, muito obrigada!

“O amor pode ser, e frequentemente é, tão atemorizante quanto a morte. Só que ele encobre essa verdade com a comoção do desejo e do excitamento. Faz sentido pensar na diferença entre amor e morte como na que existe entre atração e repulsa. Pensando bem, contudo, não se pode ter tanta certeza disso. As promessas do amor são, via de regra, menos ambíguas do que suas dádivas. Assim, a tentação de apaixonar-se é grande e poderosa, mas também o é a atração de escapar. E o fascínio da procura de uma rosa sem espinhos nunca está muito longe, e é sempre difícil de resistir”.

Zygmunt Bauman

RESUMO

SANT'ANA, Beatriz Jaqueline. **Mudanças Climáticas no ensino de Física: desenvolvimento de uma proposta de sequência didática com enfoque CTSA**. 117 f. Dissertação Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

É fato que há uma crise ambiental planetária marcada por uma sequência de problemas interligados entre si, como as Mudanças Climáticas, que demandam da sociedade um compromisso para a superação desse cenário. A temática de uma educação para a sustentabilidade encontra-se incorporada ao espaço escolar, em especial na Educação em Ciências. Sua preocupação com uma formação que promova a inserção crítica dos sujeitos em um mundo de crises civilizatórias é um divisor de águas para o processo ensino-aprendizagem brasileiro. Este estudo objetivou analisar a inserção da abordagem CTSA no desenvolvimento de uma Sequência Didática sobre a temática Mudanças Climáticas e as suas relações com a Termodinâmica, apoiada na perspectiva da *Ciência em Ação* de Bruno Latour. O estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa de observação participante, de cunho qualitativo e do tipo interventivo, realizado em uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola pública na região metropolitana do município de Curitiba, estado do Paraná. A constituição dos dados foi realizada por meio de um Sequência Didática, organizada em quatro etapas na disciplina de Física. O *corpus* da pesquisa constituiu-se por relatos de discussões em sala, atividades realizadas pelos estudantes, diários de bordo redigidos pela professora pesquisadora e analisadas à luz do método de Análise de Conteúdo. Os princípios orientadores da educação CTSA guiaram a construção e análises do desenvolvimento da Sequência Didática, cuja execução possibilitou aos estudantes a aproximação com elementos constitutivos da educação CTSA, como o desenvolvimento sustentável e a natureza da ciência. Os resultados demonstraram que os alunos já possuem compreensões sobre a temática das Mudanças Climáticas e que a educação CTSA lhes permitiram perceber a necessidade de se estudar o desenvolvimento sustentável no contexto escolar para a efetivação de ações que podem ser realizadas individualmente e que desacelerem esse processo de degradação da natureza. Há uma percepção de que os cidadãos necessitam estar conscientes para uma ação responsável na transformação da sociedade. Os estudantes desconstruíram algumas concepções reducionistas em relação à Tecnologia.

Palavras-chaves: Educação CTSA. Mudanças Climáticas. Ensino de Física.

ABSTRACT

SANT'ANA, Beatriz Jaqueline. **CTSA and climate change**: Latournian aspects in a didactic sequence. 117 f. Thesis Program of Post Graduation in Scientific Formation, Educacional and Technological. Federal University of Technology - Paraná, Curitiba, 2020.

It is a fact that there is a world environmental crisis marked by a sequence of interconnected problems, such as Climate Change, which demand a commitment from society to overcome this scenario. The theme of education for sustainability, incorporated in the school space, especially in Science Education. The concern with the training which promotes the critical insertion of subjects in a world of humankind crises, is a watershed for Brazilian teaching-learning process. This study aimed to analyze the insertion of the Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach in the development of a didactic sequence on the theme of Climate Change and its relations with Thermodynamics, supported in the perspective of Science in Action by Bruno Latour. The study can be characterized as a participatory observation research, of a qualitative nature and of an interventional type, carried out in a 2nd year of high school class of a public school in the metropolitan region of the city of Curitiba, state of Paraná Brazil. The constitution of the data was carried out through a Didactic Sequence, organized in four stages in the discipline of Physics. The research corpus consisted of reports of discussions in the classroom, activities carried out by students, logbooks written by the researcher teacher and analyzed in the light of the Content Analysis method. The guiding principles of STSE education guided the construction and analysis of the development of the Didactic Sequence, the execution of which enabled students to approach the constituent elements of STSE education, such as sustainable development and the nature of science. The results showed that students already have understandings about the theme of Climate Change and that STSE education allowed them to realize the need to study sustainable development in the school context to carry out actions that can be carried out individually to slow down this degradation process from nature. There is a perception that citizens need to be aware of responsible action to transform society. The students deconstructed some reductionist conceptions regarding technology.

Keywords: STSE education. Climate changes. Physics teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Hierarquia da dinâmica de modificações do clima global	22
Quadro 2 - Componentes da educação CTSA	42
Quadro 3 - Princípios orientadores da educação CTSA de Pedretti e concepções de Latour à cerca da ciência	48
Quadro 4 - Síntese dos objetivos, conteúdos e recursos didáticos utilizados nas aulas da Sequência Didática proposta	58
Quadro 5 - Síntese das etapas básicas de análise de conteúdo de Bardin (2011)	59
Quadro 6 - Categorização para análise dos dados	60
Quadro 7- Respostas dos estudantes em relação às afirmativas do experimento	68
Quadro 8 - Dados relevantes do vídeo abordado	72
Quadro 9 - Dados da pesquisa	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Análise de Conteúdo
AGA	Aquecimento Global Antropogênico
AR5	Quinto Relatório de Avaliação de 2014
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação em Ciência e Cultura
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MC	Mudanças Climáticas
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SD	Sequência Didática
SEED	Secretaria de Estado da Educação e do Esporte
3MP	Três Momentos Pedagógicos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 DIFERENTES OLHARES SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS	19
2.1 O SISTEMA CLIMÁTICO GLOBAL: QUESTÕES RELEVANTES PARA O ENSINO	21
2.2 DESCREVENDO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM ASSUNTO SOCIOCIENTÍFICO, SOCIOAMBIENTAL E DISCUTÍVEL.....	24
2.2.1 As relações de poder e interesse por trás da Ciência climática.....	31
2.3 O ENSINO DE CIÊNCIAS ENVOLVENDO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	32
3 O ENSINO DE CIÊNCIAS E AS RELAÇÕES CTSA	37
3.1 AS RELAÇÕES CTSA NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS	38
3.2 ENTRECruzando concepções: LATOUR E PEDRETTI.....	47
4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA	50
4.1 NATUREZA DA PESQUISA.....	52
4.2 O CENÁRIO ESCOLAR E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	53
4.3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM DESENVOLVIMENTO.....	54
4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS.....	57
5 A ABORDAGEM CTSA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS	60
5.1 A COMPOSIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	61
6 A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS PRINCÍPIOS ORIENTADORES DA EDUCAÇÃO CTSA	73
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	96
ANEXO A – Parecer do comitê de ética	105
ANEXO B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	107
ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	110
ANEXO D – Termo de Compromisso e de Confidencialidade de Dados	115
ANEXO E – Concordância da instituição coparticipante	116

1 INTRODUÇÃO

O planeta passa por transformações desde a sua formação, isso faz parte da evolução climática e estrutural da Terra, variando de temperaturas muito elevadas ou muito frias que continuam a ocorrer nos dias atuais (TEODORO; AMORIM, 2008). Toda essa transformação tem um agravante que nos preocupa como seres humanos e como espécie que depende de todo o ciclo evolutivo terrestre.

Atualmente, vive-se com o peso de uma crise ambiental preocupante por muitos e também negada por tantos (LATOURE, 2004; MARQUES, 2005; MARUYAMA, 2009; MOLION, 2008). Contudo, não há como não perceber a necessidade de se discutir, estudar, compreender e propor soluções para os desdobramentos dessa crise que nos afeta diretamente, quer seja por causa da urgente necessidade de se pensar na sustentabilidade, quer seja pelas propostas de ensino facultadas por diretrizes que regem a educação brasileira.

Essas questões permeiam meu universo pessoal e as preocupações em torno das Mudanças Climáticas (MC) fazem parte também da vida em meu ambiente de trabalho e, pode-se dizer, que têm uma relação direta com as conversas corriqueiras na sala dos professores e com alguns colegas na escola em que atuo como professora de Física há oito anos. Desse tempo, cinco lecionando na mesma unidade, o que me faz ter uma boa relação interpessoal e grande afinidade com alguns docentes que compõem o quadro da escola; afinal estamos há algum tempo juntos, na luta. Mas o que o ensino de Física tem a ver com essa temática?

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs, algumas habilidades e competências são necessárias para os alunos que se encontram no Ensino Médio, como: i) Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de Ciência e Tecnologia; ii) Argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de Ciência e Tecnologia, emitindo juízos próprios sobre notícias com temas relativos à Ciência e Tecnologia; iii) Compreender a Ciência e a Tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea; iv) Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania (BRASIL, 2002).

Já as Diretrizes Curriculares Nacionais – DCNs, expõem que o físico precisa: i) Manter atualizada sua cultura científica geral; ii) Desenvolver uma ética de atuação

profissional e a conseqüente responsabilidade social, compreendendo a ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sociopolíticos, culturais e econômicos; iii) Elaborar ou adaptar materiais didáticos de diferentes naturezas (BRASIL, 2001).

Apesar do que preconiza essa normatização legal, sabe-se que o ensino tradicional de Ciências, em especial o de Física, tem se mostrado pouco atrativo para professores e alunos, notadamente desde o ensino fundamental até a graduação. Partindo-se dessa inferência, há sim uma necessidade premente de se trazer essa discussão ao meio acadêmico, como forma de entender e buscar melhores abordagens para o ensino de um modo mais eficiente.

Na esteira dessa exposição, lembro-me dos intervalos escolares (regados a muito café) em que, diga-se de passagem, as conversas na sala dos professores sempre giravam em torno de assuntos diversos; como consumismo, política, recursos naturais, física, situação atual do planeta, a degradação ambiental, poluição, as mudanças climáticas que favorecem o aquecimento global; e outras como o descarte inadequado do lixo e outros demais temas cotidianos. Além disso, argumentamos e procuramos soluções para questões que nos assombram nesses tempos difíceis da política educacional brasileira, como o excesso e a fragmentação de conteúdos, a desmotivação dos nossos estudantes, as avaliações institucionais e todo o contexto histórico da nossa comunidade escolar.

Partindo-se dessa experiência do chão da escola, das conversas entre os pares e com os discentes, o senso comum deu lugar à pesquisadora que penso sempre deve haver dentro de todo educador que realmente conhece seu posicionamento como mediador no processo educacional, bem como a sua importância na vida de seus alunos.

Nesse sentido, considereei empreender um estudo mais abrangente e que contemplasse o âmbito da educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)¹, pois almeja-se, a partir de uma maior contextualização, interdisciplinaridade e criticidade, alcançar um ensino mais humanitário, em que o professor não apenas

¹ O CTSA nasceu do envolvimento relativo às questões ambientais, promovidas nas discussões entre Ciência, Tecnologia, Sociedade – CTS; desse modo, neste trabalho, usou-se a sigla mais atual.

deposite o conhecimento pronto para o aluno, mas considere que eles são sujeitos históricos e capazes de serem ativos no processo educativo (FREIRE, 2016). Também, menos tecnocrático, em especial no que diz respeito à educação científica e tecnológica (SANTOS, 2009).

Para Pedretti (2003), a Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente apresenta robustos princípios orientadores: a) a contribuição para o desenvolvimento sustentável do planeta por meio do estudo e da utilização sistemática de recursos, bem como da consideração das necessidades humanas a longo prazo; b) a compreensão dos processos de tomada de decisão e justiça social a nível governamental e empresarial; c) a promoção do raciocínio moral e ético acerca da Ciência; d) a compreensão e a discussão da dimensão política da Ciência; e) o exercício de capacidades intelectuais e éticas na determinação dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico; f) a formação dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade; g) a compreensão da Natureza da Ciência e das suas interações com a Tecnologia e a Sociedade.

Salienta-se, nas concepções da educação CTSA, a importância de se relacionar o contexto social com as aulas. Segundo Strieder (2008; 2012), desde os anos de 1980 busca-se esquematizar o ensino de acordo com a realidade brasileira, iniciando de tal modo discussões e reflexões sobre a necessidade de se construir modelos educacionais que abordem questões relacionadas à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade.

Diante das considerações expostas, o ponto de partida desta pesquisa, em relação à situação apresentada, consiste em compreender se há realmente uma ruptura com o ensino fragmentado e descontextualizado, oportunizando a construção de sentidos e significados pelos estudantes durante o aprendizado. Imersos nessa forma de conceber a educação, o discente pode vir a tornar-se mais crítico em seu dia-a-dia e nas tomadas de decisão, sentir-se mais motivado para a vida escolar em si e conseguir apreender e relacionar os impactos e a importância da Ciência e da Tecnologia em sua vida.

Para além disso, com o alcance da crise ambiental planetária se mostrando cada vez mais relacionada a uma crise civilizatória, há na escola uma demanda por mudanças de valores e de condutas diante da relação entre a sociedade e a natureza, avaliando suas múltiplas dimensões.

Sendo assim, toda a experiência vivenciada corroborou com diversas pesquisas observadas na literatura, as quais indicam as MC como um tema com grande potencial motivador. Para Maruyama (2009), a sua abrangência exige contribuições de diferentes áreas do conhecimento, não sendo possível eleger um único especialista, pois necessita-se de estudos que envolvam o Universo e as dinâmicas naturais terrestres, pois “[...] os fatores que influem nas mudanças climáticas são a intensidade da atividade solar, o campo geomagnético e os raios cósmicos, a erupção vulcânica, a órbita terrestre e os gases da estufa natural” (MARUYAMA, 2009, p. 117).

Sob o ponto da Filosofia e da Sociologia da Ciência e Tecnologia, Latour (2004) pontua questões sobre o clima e sobre o aquecimento global, bem como relata a dificuldade do exercício da reflexão no âmbito da ciência pragmática. O autor exalta que as verdades são pontuais e relativas e, portanto, elas são discutíveis, posto que a ciência é capaz de alcançar resultados claros e úteis, e não somente racionais.

Desse modo, esta pesquisa ancorou-se principalmente em Latour (2004), pois é possível observar, em alguma medida, certa mudança de comportamento e de interpretação sobre a função da ciência, a qual passou da confiança total à dúvida absoluta. Portanto, é preciso haver ponderações contra extremos, pois a ciência produz dados confiáveis, mas passíveis de discussão, sendo necessário superar a ingenuidade sobre esses extremos, condição válida para todas as áreas do conhecimento.

Outro aporte que fez parte do encaminhamento do estudo foi a proposta de uma Sequência Didática (SD), a qual contempla os conteúdos referentes ao 2º ano do Ensino Médio, entre os quais estão as leis da Termodinâmica, as relações de troca entre o calor e o trabalho realizado na transformação de um sistema físico e a variação da temperatura, da pressão e do volume nos sistemas físicos.

A SD, cuja abordagem foi a CTSA, utilizou a temática das Mudanças Climáticas e suas relações com a Termodinâmica e teve como suporte teórico apoio nas obras de Bruno Latour. Enfatiza-se que o movimento CTSA tem como princípio a concepção de que Sociedade e Ambiente são importantes e se autoinfluenciam, existindo, portanto, uma relação entre eles.

Para o estudo e entendimento das SDs, buscou-se aportes teóricos em Zabala (1998, p. 18), que explica que elas são “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, e que

tem um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores quanto pelos estudantes”. E em Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 96) para quem a Sequência Didática é “um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito”. Para esses autores, a SD é composta por quatro componentes: a apresentação da situação, a produção inicial, os módulos e a produção final.

Diante do exposto, o desenvolvimento deste estudo teve como premissa aliar a abordagem da realidade dos estudantes ao ensino nas aulas de Física, com ênfase em uma educação voltada ao CTSA a partir de uma Sequência Didática cuja temática são as Mudanças Climáticas. Para além disso, vai ao encontro da concepção de Auler e Delizoicov (2001), que apontam a necessidade de se repensar a formação escolar com intuito de preparar o indivíduo de modo a tomar decisões, agir e compreender as implicações da ciência no mundo.

A partir das inquietações expostas, que consideraram a minha experiência profissional, buscam-se aqui encaminhamentos para os desafios do ensino de Ciências diante de uma educação fragmentada e uma crise ambiental planetária e civilizatória. Assim, este estudo pautou-se na seguinte pergunta primária: Há a possibilidade de inserção da abordagem CTSA no Ensino Médio, a partir do desenvolvimento de uma Sequência Didática com foco em Mudanças Climáticas? Como questão secundária, elencou-se: Quais relações existem entre as Mudanças Climáticas e a Termodinâmica, utilizando a perspectiva de Bruno Latour em *Ciência em Ação*?

Desse modo, o objetivo geral da pesquisa consistiu em: Analisar a aplicabilidade da proposta CTSA no desenvolvimento de uma Sequência Didática sobre a temática Mudanças Climáticas e as suas relações com a Termodinâmica, apoiada na perspectiva da *Ciência em Ação* de Bruno Latour, em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública na região metropolitana do município de Curitiba.

Para atingir o objetivo geral da pesquisa consistiu em responder ao problema, foram determinados quatro objetivos específicos: a) apresentar os principais apontamentos legais sobre o ensino de Ciências e as teorias fundantes sobre as Mudanças Climáticas que impactam o planeta; b) aprofundar o estudo sobre o ensino de Ciências e as relações CTSA; c) demonstrar, com base nos estudos em Latour, uma Sequência Didática referente às Mudanças Climáticas e suas relações com a

Termodinâmica; d) discutir as implicações da Sequência Didática quando relações CTSA são estabelecidas no ensino de Termodinâmica.

Para atender aos objetivos e buscar respostas para os questionamentos ora apresentados, a metodologia deste estudo ancorou-se em uma pesquisa de observação participante, de cunho qualitativo e de tipo interventivo em uma turma do 2º ano do Ensino Médio. O trabalho em sala de aula, desenvolvido por meio de uma Sequência Didática, foi constituído com fundamento nos Três Momentos Pedagógicos: problematização inicial, organização do conteúdo e aplicação do conteúdo (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Para a análise dos dados, utilizou-se a metodologia da Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2011).

Assim, a oportunidade de realizar o curso de mestrado teve um sentido pessoal e uma relevância na minha carreira docente, visto que o aprofundamento dos estudos apresentados nesta pesquisa ampliou meu olhar para um horizonte que vai além das paredes da sala de aula que, com certeza, fará de mim uma profissional mais atenta às necessidades dos meus alunos para que eles também vejam e desvendem novas fronteiras de conhecimento.

Desse modo, para explorar e demonstrar o percurso seguido, o presente trabalho foi estruturado em cinco partes ou capítulos. Na presente parte introdutória, apresenta-se a temática, as motivações da pesquisa, objetivos, metodologia e a relevância social da mesma. O segundo capítulo do estudo é composto de um breve levantamento de literaturas que contemplam a diversidade das Mudanças Climáticas e o cenário do ensino de Ciências no Ensino Médio. São apontadas, também, questões sobre a ciência climática entremeadas pelas bases legais brasileiras para essa modalidade educacional, entre elas a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCNs) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em seguida, serão apresentadas as relações de poder e interesse que existem por trás do campo de estudos que trata das MC, além de seus reflexos para a sociedade e a degradação do planeta.

O terceiro capítulo aborda um breve cenário a respeito do desenvolvimento histórico do Ensino de Ciências no Brasil, apresentando algumas considerações importantes e barreiras existentes no contexto da educação. Em seguida, há uma análise das relações CTSA e seus referenciais teóricos.

No capítulo quatro expõe-se o desenho da pesquisa, descrevendo o cenário e os atores envolvidos neste trabalho, bem como a organização da Sequência

Didática (SD) e os procedimentos adotados para registro de informações para o exame dos dados obtidos por meio da Análise de Conteúdo.

O último capítulo contempla uma análise dos dados constituídos durante o desenvolvimento da Sequência Didática. Para a apreciação dos dados, a fundamentação ocorreu pelo método de Análise de Conteúdo de Bardin (2011), buscando identificar e detalhar os parâmetros da abordagem CTSA descritos por Pedretti (2003), entrecruzados com as perspectivas de Bruno Latour (2004, 1994, 2000, 2016).

2 DIFERENTES OLHARES SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

O clima e as suas mudanças podem ser compreendidos e explicados por meio de diferentes narrativas que surgem em diversos contextos. Em cada narrativa passa a existir uma variedade de significados e relações que nem sempre são evidentes e não são ideologicamente neutras, pois a preferência por esta ou aquela estrutura resulta na forma específica como um tema é entendido, percebido, relatado, tratado, indagado ou até mesmo não solucionado. Assim, é preciso desconstruir os significados de uma questão tão complexa para analisar suas implicações e buscar, por meio de embasamento científico, respostas que tragam entendimento sobre os mitos referentes às mudanças climáticas, pois de acordo com Diniz (s.d), apud Nobre (2007), os dados que dão acesso ao tema ainda são inconclusivos e, em alguns casos, pouco confiáveis, especialmente aqueles relativos à América Latina.

Independentemente da perspectiva, seja ela psicológica, sociológica, histórica ou científica pela qual se escolhe abordar a questão climática, existe um significativo fator em comum. A diferença na compreensão acerca de nossa relação com o mundo descreve não apenas o grau de conhecimento científico, mas também “estão enraizadas em nossos valores pessoais, identidades, visões de mundo, e são legitimadas em nossas tradições religiosas, práticas culturais, nossa paixão por preservar o que amamos” (MOSER; DILLING, 2007, p. 215).

A ciência se entrelaça à sociedade com implicações para ambos os campos e também para outros. Ainda que frequentemente se aponte objetividade científica, e que esta seja entendida como sinônimo de verdade, é preciso notar que políticas e posturas de apelo científico advindos da sociedade são também baseadas e dependentes de significados simbólicos, como religião, cultura, entre outros. Dessa forma,

[...] a ideia de clima apenas pode ser completamente entendida ao se admitir que as dimensões físicas e culturais interajam e se modelem mutuamente. Tratar o clima puramente como uma entidade física, acessível somente por meio da ciência natural, ou o contrário, permite que o simbolismo cultural do clima seja independente de qualquer base física, nega algo essencial a respeito da ideia de clima. (HULME, 2009, p. 32).

A Terra já passou por diversas mudanças climáticas e, hodiernamente, encontra-se “no final de um período interglacial (mais quente), que começou há aproximadamente 15 mil anos” (TEODORO; AMORIM, 2008, p. 33). Corroborando com esses autores, Gomes ressalta que:

A história climática do planeta Terra é caracterizada especialmente por períodos frios (glaciais), já que os períodos quentes (interglaciais) são curtos e esparsos. Geralmente, considerando-se um período de 100 mil anos, em 80% dele prevalecem temperaturas mais baixas, enquanto no restante prevalecem temperaturas mais altas. (2018, p. 23).

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, o aumento das temperaturas médias globais são as mais elevadas do último quinquênio. Em termos numéricos, a temperatura média global aumentou cerca de 0,74°C nos últimos cem anos. O próprio órgão governamental alerta que se não houver uma atuação significativa para combater essa questão, pode ocorrer, ainda neste século, um acréscimo médio da temperatura global de 2°C a 5,8°C, segundo o 4º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), de 2007.

Nesse cenário espacial-temporal, as influências humanas no ambiente compõem uma nova variável no sistema climático, implicando na obrigação de considerá-la, mesmo que o seu grau de influência seja desconhecido, resultando em controvérsias e incertezas entre os estudiosos do assunto. Diante da complexidade dessa discussão, este capítulo não almeja concordar ou discordar das indagações e definições sobre as MC, e sim apresentar diferentes olhares sobre seu impacto na vida das pessoas e, portanto, implica em uma necessária discussão em diferentes espaços, como nos ambientes escolares. Por isso, seu embasamento deve também estar conforme o que é preconizado pelas normativas educacionais, quais sejam, a LDB, os PCNs e a BNCC.

Assim, este capítulo está guiado pela busca de parâmetros teóricos que podem contribuir para a abordagem das MC em sala de aula. Primeiramente, são apontadas questões sobre a ciência climática e o ensino envolvendo as ciências da natureza. Em segundo momento, apresentam-se as relações de poder e interesse que existem por trás da ciência que trata das MC e, por fim, os reflexos sociais que as envolvem.

2.1 O SISTEMA CLIMÁTICO GLOBAL: QUESTÕES RELEVANTES PARA O ENSINO

O complexo sistema climático inclui a atmosfera, os oceanos, a litosfera e a biosfera, os quais interagem em processos termodinâmicos, absorvendo e liberando energia de maneira sistêmica na determinação do comportamento atmosférico e sua variabilidade em eventos de curto, médio e longo prazo (SANT'ANNA NETO, 2010). Partindo dessa concepção, as MC estão relacionadas aos processos astrofísicos, heliofísicos e geofísicos sob regência da natureza (CONTI 1998, 2005; MARUYAMA, 2009; AMBRIZZI; ARAUJO, 2013). Assim, as MC são causadas por fatores externos, como mudança na órbita do planeta e a variação da radiação solar, bem como fatores internos, relacionados à geofísica e às alterações no padrão de circulação oceânica, composição dos gases da atmosfera e dinamismo da litosfera, como tectonismo e vulcanismo que caracterizam contínuas Mudanças Climáticas.

[...] o fato é que as mudanças climáticas vêm produzindo, ao longo de milhões de anos, uma sucessão de quadros ambientais específicos [...] a atmosfera é um sistema termodinâmico que pode oscilar de um volume microscópico ao planetário, e desde um tempo muito breve (segundos) até um muito longo – milhões de anos. (CONTI, 1998, p. 76).

A permanência de determinado clima no tempo geológico está sujeita a transformações naturais que intensificam ou diminuem suas características, ocorrendo alterações em meses ou em anos (há milhares de anos), sendo possível classificar os fenômenos afetos a esse tempo, tais como: revolução, mudança, flutuação, alteração e oscilação, dentre outras instabilidades próprias do sistema climático. A hierarquia e caracterização dessas modificações consistem no tempo de duração e nas prováveis causas, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Hierarquia da dinâmica de modificações do clima global

TERMO	DURAÇÃO	CAUSAS PROVÁVEIS
Revolução climática	Superior a 10 milhões de anos	Atividades geotectônicas (deriva continental)

Mudança climática	10 milhões a 100 mil anos	Mudanças na órbita de translação e do eixo terrestre
Flutuação climática	100 mil anos a 10 mil anos	Atividades vulcânicas e emissões solares
Interação climática	Inferior a 10 mil anos	Interações oceano-atmosfera
Alteração climática	Muito curta (inferior a 10 anos)	Atividade antrópica (urbanização, desmatamento)

Fonte: Conti (1998).

A distinção apresentada no Quadro 1 permite dimensionar grandezas na duração do tempo de ocorrência de um padrão climático, assim como suas causas prováveis. Os termos Revolução, Mudança, Flutuação e Interação estão relacionados à dinâmica natural e incluem alterações astrofísicas e geofísicas dos componentes atmosféricos em escala temporal de 10 milhões a 100 mil anos. Esses eventos estão vinculados à mudança na órbita de translação, na inclinação do eixo terrestre e na dinâmica geofísica das paisagens. Já a Alteração Climática confere uma escala temporal de menor duração, caracterizada em tempos curtos, inferiores a 10 anos. Nas situações descritas acima é possível identificar fenômenos climáticos associados à dinâmica da atmosfera-oceano, assim como no termo Alteração as ações antropogênicas relacionadas, sobretudo, do processo de industrialização, urbanização e desflorestamento.

Existe também um modelo hipotético proposto por Milankovitch (1976)², em que determinadas alterações de origem natural do clima ocorrem em função de três forças cíclicas do movimento terrestre. Esse protótipo afirma que as mudanças globais produzidas dizem respeito à excentricidade da órbita terrestre (ciclo que ocorre em 105 mil anos), à oscilação do eixo da Terra sobre si mesma (precessão - de ciclo de 21 mil anos) e à inclinação do eixo de rotação em relação ao plano da órbita (ciclo de 41 mil anos).

Esse fator importante no debate sobre as MC contribui para discussões importantes, conforme destaca Bessat (2003, p. 1): “[...] uma primeira questão que se coloca aos cientistas é a de precisar como a mudança climática global se traduzirá

² Milutin Milankovitch foi um engenheiro e matemático sérvio que estudou em Viena antes da Primeira Guerra Mundial e reformulou a teoria astronômica como uma teoria matemática da insolação, entre 1912 e 1941. Seus estudos resultaram na caracterização dos Ciclos de Milankovitch, que contribui para a compreensão dos períodos glaciais e interglaciais da Terra (LEITE, 2015).

nas escalas regionais e locais para os diferentes países”. Esse é um dos pontos importantes para a discussão das MC, pois a generalização da escala dos fenômenos climáticos invalida ou impede ações descentralizadas e locais, enfraquecendo as participações sociais diante dos problemas vivenciados.

A elevação da temperatura global vem, efetivamente, ocorrendo, mas é indispensável avaliar as causas com base numa investigação abrangente, que leve em conta, não só a ação antrópica, representada pela liberação intensa de gases de efeito estufa, derrubada das florestas tropicais, superexploração da natureza desconsiderando os princípios da sustentabilidade, e outras práticas predatórias, mas, também, os processos naturais de macro-escala, incluindo os da esfera geológica e astronômica. (CONTI, 2005, p. 71).

Desse modo, é preciso considerar os processos climáticos que se relacionam em tempos distintos. Para Sant’Anna Neto (2010, p. 70), “[...] mudança, variabilidade e ritmo climático fazem menção à duração, velocidade e magnitude dos mecanismos de modo que o tempo e o clima tenham uma dinamicidade muito complexa”. A abrangência das escalas geológicas de tempo (milhares e milhões de anos) e as escalas de tempo curto (anos, décadas e séculos) colaboram para determinar a ordem de grandeza dos fenômenos, tais como a circulação geral da atmosfera-oceano, determinando fenômenos como as teleconexões (oscilação do Atlântico Norte) associadas ao El Niño e à La Niña, por exemplo. Ainda nesse caminho, Sant’Anna Neto afirma que:

[...] a unidade de superfície é muito extensa, em sua representação cartográfica, há uma limitação feita com correlações generalizantes. A escala regional se apresenta muito mais complexa e, para a pesquisa, pode ser um ponto-chave na concepção dos discursos científicos, pois é o resultado da interação multiescalar que procura eliminar ou aperfeiçoar os erros que ainda persistem na constatação de um discurso hegemônico sobre as mudanças climáticas globais. (2010, p. 71).

De tal modo, o sistema climático é resultado do grande número de fatores terrestres e extraterrestres caracterizando um sistema aberto, complexo e exposto à diversidade de ações climáticas naturais e antrópicas em tempos e espaços distintos, porém interligados.

Logo, a questão climática é dinâmica e complexa na medida em que proporciona múltiplas facetas. Sua complexidade se verte em microclimas (subsistemas), características ecológicas regionais, diferenciados relevos entre outros fatores e, também, sofre influências de fatores externos como as variações solares,

além de mudanças devidas às eras glaciais da Terra (WATANABE-CARMELLO, 2012).

Embora as incertezas científicas a respeito da instabilidade do sistema climático afrontem a Ciência, apresentado respostas unilaterais, entender as MC demanda predisposição para explicar o tema sob diversos pontos de vista. Isso implica, inclusive, considerar que as mudanças climáticas podem ou não estar associadas a calamidades ou a situações prejudiciais à sociedade ou aos ecossistemas e, portanto, essas perspectivas são passíveis de serem discutidas dentro do ambiente escolar, visto que são relevantes e contemplam decisões que precisam e devem ser pautadas por uma visão de mundo ampliada, para a qual os estudantes construam pontos de vistas claros para, assim, conseguirem debater quaisquer assuntos relacionados à temática. Contudo, mantendo uma argumentação baseada em preceitos democráticos com fundamentos científicos – concepções a serem apresentadas no próximo item deste capítulo.

2.2 DESCREVENDO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM ASSUNTO SOCIOCIENTÍFICO, SOCIOAMBIENTAL E DISCUTÍVEL

Atualmente, não há um consenso sobre causas e consequências das MC. Para Hulme (2009, 2010) e Leite (2015), afirmações e refutações conduzem o tema para o campo das controvérsias. Além disso, a ciência do clima caracteriza-se, desde o princípio, pelo trato com dados muitas vezes preliminares, típico de um sistema complexo e que, portanto, precisa ser analisado e debatido cientificamente para que se criem posicionamentos, mesmo que esses dados sejam temporários, aproximados ou provisórios, visto que a imprevisibilidade é um conceito importante porque dá a chance de analisar o novo, a criação no caos. Logo, a incerteza é um dos aspectos que compõem as MC, mas que não a define por essência, pois exalta a necessidade de mais e mais estudos que as entendam.

Entende-se que mesmo com a existência dos avanços científicos e tecnológicos, há obstáculos para o controle e monitoramento de variáveis instáveis e algumas desconhecidas, sobretudo para prever ou monitorar dados a longo prazo. A inserção da variável antropogênica no sistema climático expandiu ainda mais a dificuldade da ciência em estabelecer parâmetros definitivos e certezas e tem

direcionado o assunto a afirmações relativas, provisórias e caracterizadas por incertezas.

Desse ponto de vista, as rivalidades e as disputas na divulgação, apropriação e legitimação dos conhecimentos sobre as MC devem encontrar condições oportunas ao avanço da ciência e da socialização do tema.

No cenário contemporâneo, pesquisadores concordantes argumentam que o Aquecimento Global Antropogênico (AGA) iniciou-se no final século XIX com os processos de industrialização, urbanização e crescimento populacional, potencializando o efeito estufa natural e resultando na suposta MC da atualidade.

Confirmando esse entendimento também de Casagrande *et al.* (2011), nota-se que Conti (2005) afirma que a hipótese do AGA ainda deve passar por uma crítica conceitual com o objetivo de identificar, classificar e determinar, com maior coerência, qual é o papel da natureza e da ação humana nesse processo com relação às causas e as consequências. A dificuldade de definir causas exatas ou únicas do AGA deve-se à grande agitação natural do comportamento atmosférico em análises de curto prazo.

[...] à responsabilidade humana, a qual se pensava, nos anos 70, que tinha tudo para ser esmagadora, neste ponto, mais uma vez, a opinião dominante evoluiu: o ritmo do aquecimento constatado não coincide totalmente com aquele do aumento dos gases provocado pelo efeito estufa e poderia ser um fenômeno “natural”, sem dúvida acelerado pelas atividades humanas, porém não obrigatoriamente criado por elas. (BESSAT, 2003, p. 13).

Essa ideia pode ser percebida também a partir dos estudos de Marques (2005) e Molion (2008), que reuniram os principais argumentos técnicos dos cientistas chamados negacionistas, e que poderiam ser centralizados em cinco grupos principais: paleoclimas, variabilidade da temperatura nos últimos dois séculos, emissões de gases de efeito estufa (GEE), modelos climáticos e variabilidade climática.

No aspecto de análise paleoclimática, é importante dizer que o clima normal para os humanos são as condições mais quentes do período interglacial do Holoceno. Em épocas interglaciais permanece uma grande variabilidade natural e, além disso, se o padrão de eras se repetir, estaríamos mais próximos de uma nova era glacial do que da iminência de um grande aquecimento global. Em relação aos GEE, discute-se tanto seu papel no aquecimento global quanto a precisão de suas medições.

[...] em 1920 houve variabilidade interanual em princípio, não tendo ocorrido aumento expressivo de temperatura nesse período, embora haja relatos de ondas de calor [...]. Porém, entre 1920 e 1946, o aumento global foi cerca de 0,4°C. No Ártico, em particular, em que há medições desde os anos 1880, o aumento foi cerca de 10 vezes maior nesse período. Na sequência, entre 1947 e 1976, houve um resfriamento global de cerca de 0,2 °C (reta inclinada), não explicado pelo IPCC e, a partir de 1977, a temperatura média global aumentou cerca de 0,4 °C. (MOLION, 2008, p. 4).

Mais importante que apresentar os dados supracitados, é empreender a discussão questionando se esse aumento da temperatura pode ou não afetar a vida humana na Terra em seus diversos aspectos, visto que o ser humano é parte integrante do ambiente e, por isso, sujeito a todo tipo de variações do tempo. Há uma preocupação do homem “desde os primórdios, com o tempo e com seu ritmo habitual, ou seja, com clima. Nem é surpresa que essa preocupação tenha vindo a compor distintas formas de saber produzidas pela humanidade” (GOMES, 2018, p.16).

Ao retomar a discussão sobre as MC, em especial sobre o aquecimento global, e de acordo com seus defensores e negacionistas, faz-se necessário enfatizar, segundo Martínez (2016), que a linha tênue entre ciência e política facilitou a abertura de discursos, viabilizados pela mídia, e que se tornaram uma assecla e ao mesmo tempo:

[...] agente de produção, reprodução e transformação de significados sociais, onde os discursos que amplifica afetam diretamente a construção dos problemas e a legitimação de opiniões. Meios de comunicação em massa contribuem para a construção e magnificação da batalha pela "verdade" climática e entre os discursos científicos das duas posições, enquanto o público se vê perdido entre argumentos especializados e impressões e conhecimentos superficiais ou até mesmo equivocados. (MARTÍNEZ, 2016, p. 52).

De acordo com Santos (2017), apoiada em estudos de Maruyama (2009), em relação ao antiaquecimento não há problema que existam autores que o defendam e apresentem questões pertinentes, pois como cientistas é normal haver preocupação em torno de tão importante temática. Contudo, “os negacionistas estão inclinados a refutar as ideias que são apresentadas pela ciência [...] mas nem sempre apresentam contra-argumentos” (SANTOS, 2017, p. 20). Com isso, as dúvidas são recorrentes em todos os contextos, quer seja nas instituições públicas de ensino, quer seja nos meios de comunicação, posto que é difícil “compreender e distinguir evidências, projeções e especulações” (SANTOS, 2017, p. 20).

No entanto, é fato que as intervenções humanas e o aumento das emissões de GEE, sobretudo sua maior concentração na atmosfera, agravadas pelas MC provenientes do “processo de desbalanceamento energético têm sido amplamente difundidas não só no meio científico como também no meio popular” (SEVERO, 2019, p.26). Segundo esse mesmo autor, baseado em dados do Intergovernmental Panel on Climate Change - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 1995), isso ocorre por causa de dois fatores:

O primeiro é dado pelo fato de que atividades humanas – como a queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra e agricultura – estão contribuindo para o aumento da concentração de GEE; o segundo diz respeito ao fato de que determinadas regiões se tornaram mais vulneráveis a eventos como tormentas, inundações e secas, com o adicional aumento da densidade populacional. (SEVERO, 2019, p.26).

Nesse panorama de pesquisas, o discurso que responsabiliza as atividades humanas pelas MC atuais é corroborado pelo IPCC, principal órgão internacional para a avaliação das MC.

Criado em 1988, pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) é uma organização heterogênea, científica e política. De um lado, ela envolve a contribuição espontânea de cientistas de centenas de países que têm como missão sistematizar periodicamente o conhecimento científico produzido sobre o clima e as MC, publicando até agora cinco relatórios que ocorreram em 1990, 1995, 2001, 2007 e 2014.

Os últimos relatórios do PNUMA derivam do esforço de sistematização de três grupos de trabalho: a) a base da Ciência Física; b) impacto, adaptação e vulnerabilidade; e c) mitigação da MC. No entanto, o IPCC também produz um sumário das conclusões dos três grupos de trabalho, realizado após os relatórios para os formuladores de políticas, que envolve a assentimento dos representantes dos governos. Para esse grupo de cientistas, o aquecimento do sistema climático é preciso e muitas das mudanças não teriam antecedentes em décadas ou milênios.

As emissões antropogênicas de gases de efeito estufa aumentaram desde a era pré-industrial, em grande parte pelo crescimento econômico e populacional, e agora estão mais altos do que nunca. Isso levou a concentrações esféricas de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, sem precedentes pelo menos nos últimos 800.000 anos. Seus efeitos, juntamente com os de outros impulsos antropogênicos foram detectados em todo o sistema climático e são extremamente prováveis de terem sido a causa

dominante do aquecimento observado desde meados do século XX. (IPCC, 2013).

O Quinto Relatório de Avaliação (AR5), de 2014, afirmou que a influência humana no sistema climático é notória por meio de mudanças ressaltadas na temperatura, na circulação e modos de variabilidade, ciclo da água, carbono e outros ciclos biogeoquímicos, criosfera, nível do mar, eventos extremos e reserva energética (IPCC, 2013).

Além disso, o IPCC confirmou que a temperatura média da superfície terrestre aumentou desde o século XIX com o auge nas últimas três décadas, as quais foram consecutivamente mais elevadas. As principais previsões do relatório abordam os aspectos físicos do clima, sendo eles: a emissão contínua de GEE ocasionará mais aquecimento e mudanças em todos os elementos do sistema climático, sendo imprescindível uma redução de suas emissões para a restrição das MC, pois é admissível que a alteração na temperatura de superfície global no final do século XXI exceda 1,5 °C.

A emissão continuada de gases de efeito estufa causará mais aquecimento e longa duração mudanças em todos os componentes do sistema climático, aumentando a probabilidade de impactos generalizados e irreversíveis para pessoas e ecossistemas. Limitar as alterações climáticas exigem reduções substanciais e sustentadas das emissões de gases com efeito de estufa que, com adaptação, pode limitar os riscos das alterações climáticas. (IPCC, 2013).

Também nesse relatório afirma-se que o ciclo da água sob aquecimento global não será uniforme e o encontro na precipitação entre regiões úmidas e secas crescerá, embora possa haver ressalva. O oceano permanecerá aquecendo-se durante o século XXI, com o calor adentrando na superfície até as profundezas e afetando a circulação oceânica e a cobertura de gelo ártico continuará a encolher e afinar com uma taxa de redução entre 3,5% e 4,1% por década (entre 1979 e 2012), do mesmo modo como o volume das geleiras em geral. Ainda, o nível do mar continuará a se elevar, os processos do ciclo do carbono serão afetados de maneira a aumentar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, este será absorvido pelos oceanos e intensificará sua acidificação e as emissões de CO₂ motivarão em grande parte o aquecimento superficial no final do século XXI.

Nessa mesma visão, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) reúne, sintetiza e avalia informações científicas sobre os aspectos relevantes das MC

no Brasil. O painel disponibiliza subsídios técnico-científicos sobre MC a partir de avaliação interligada das pesquisas produzidas no Brasil ou no exterior, sobre causas, efeitos e projeções relacionadas às MC e seus impactos, de importância para o país. Sua estrutura é composta por: a) Conselho Diretor, Comitê Científico, Secretaria-executiva; b) Grupos de Trabalho I, II e III; c) Força Tarefa em Metodologias de Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa e Unidades de Apoio Técnico.

Em seu último relatório especial sobre MC, o PBMC afirmou que a temperatura na Amazônia deverá aumentar progressivamente de 1°C a 1,5°C até 2040, com diminuição de 25% a 30% no volume de chuvas, entre 3°C e 3,5°C no período de 2041 a 2070 com redução de 40% a 45% na ocorrência de chuvas e entre 5°C a 6°C entre 2071 a 2100 (PBMC, 2013).

Além disso, o PBMC assegurou que na Caatinga haverá aumento entre 0,5°C e 1°C e diminuição das chuvas entre 10% e 20% até 2040, entre 2041 e 2070 aumento de 1,5°C a 2,5°C e diminuição das chuvas entre 25% e 35%, e até o final do século, ocorrerá um aumento entre 3,5°C e 4,5°C e diminuição das chuvas entre 40% e 50%. Tais mudanças podem desencadear o processo de desertificação do bioma. No Cerrado, a temperatura deverá aumentar entre 5°C e 5,5°C e as chuvas diminuirão entre 35% e 45% no bioma até 2100. No Pantanal, o aumento da temperatura deverá ser de 3,5°C a 4,5°C até o final do século, com diminuição acentuada dos padrões de chuva no bioma e favorecerá sua queda de 35% a 45%, bem como a ocorrerá diminuição significativa na produtividade agrícola, o que especialmente foi acelerado em 2020 e implicado em absurda perda hídrica. No Sul e Sudeste, as projeções indicam aumento de temperatura entre 0,5°C e 1°C até 2040, com aumento de 5% a 10% na precipitação. Entre 2041 e 2070 deverão ser mantidas as tendências de aumento gradual de 1,5°C a 2°C na temperatura e de 15% a 20% de chuvas. Tais tendências devem se acentuar ainda mais no final do século, com aumento entre 2,5°C e 3°C na temperatura e entre 25% e 30% mais chuvoso (PBMC, 2014).

Assim, às MC demandam analisar os sistemas naturais e sociais em suas múltiplas escalas de tempo e espaço em permanentes transformações (CONTI, 1998; ZANGALLI; SANT'ANNA NETO, 2011; SANT'ANNA NETO, 2013), sendo necessário o confronto de ideias, de pesquisas e de controvérsias que fortaleçam as atividades científicas e permitam, também, que haja avaliações sobre valores éticos, cognitivos e sociais, assuntos a serem apresentados nos próximos itens.

Como já exposto, a atmosfera e o clima do planeta sofrem influências tanto por forças provenientes do Sol quanto originadas na Terra. Portanto, o clima é o resultado da combinação dessas forças, agrupadas a processos derivados dos movimentos terrestres e interações com os oceanos e nuvens. As MC podem causar implicações em um dos elementos do clima em escala local ou regional, as quais podem começar a gerar interações complexas e assim se expandir e afetar outras partes do planeta em nível global.

Posto isso, é igualmente importante trazer ao cerne dessas teorias a questão da análise dos fenômenos naturais, exposta na BNCC e proposta do ponto de vista das interações e relações entre matéria e energia.

Para entender a Termodinâmica e, portanto, ensiná-la para alunos desse nível de ensino, é importante que se desenvolva uma metodologia que implique em efetiva compreensão sobre as noções elementares a respeito dos fenômenos naturais, especialmente sobre o clima. Isso tem início pelo “processo do balanço de energia entre o Sol e a Terra e, para tanto, a Lei da Termodinâmica explica como as trocas de calor e energia regulam a temperatura do planeta” (SANTOS, 2017, p. 32). Portanto, para essa mesma autora, a “Lei da Termodinâmica explica como as trocas de calor e energia regulam a temperatura do planeta”.

[...] é um fenômeno natural que envolve processos de interação de radiação eletromagnética com várias moléculas que compõem a atmosfera, genericamente conhecidos como gases estufa. Entre eles pode-se citar o vapor d'água, o dióxido de carbono, o metano, o óxido nitroso, o ozônio, os clorofluorcarbonetos (CFCs) e os hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs). (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015, p. 543).

Assim, pode-se observar que as trocas de calor e energia, associadas às constantes mudanças climáticas, influenciam no balanço energético, o que ocasiona o efeito estufa, como definido na assertiva do trecho supracitado.

A atenção ao estudo da Termodinâmica, é um conteúdo importante do ensino da disciplina da Física, visto que trata do calor e da temperatura “fazendo a ponte com a mecânica através da equivalência entre calor e trabalho, cujo fator de conversão foi determinado por Joule, em meados do século XIX”, consiste, também, em um “marco fundamental na construção conceitual da Termodinâmica, reforçando-a enquanto instrumento de interpretação da interação entre trabalho e energia” (ROCHA, 2010, p. 37).

2.1.1 As relações de poder e interesse por trás da Ciência Climática

O trabalho da Ciência do clima é vagaroso e cauteloso, não respondendo, contudo, às expectativas nem da política e muito menos da mídia (SANT'ANNA NETO, 2013). Não responde às questões dos políticos que, frente aos interesses do mercado, determinam verdades e certezas para atuarem. O clima é um sistema visivelmente complexo e desordenado e o que a ciência pode proporcionar são tendências, cenários, médias. A mídia também demanda confiança e exige, além disso, episódios caóticos e agitações para gerar espetáculos cada vez mais atrativos (LEITE, 2015).

A Ciência Climática é marcada por controvérsias políticas sobre os componentes de mitigação das Mudanças Climáticas em relação às negociações sobre o controle das emissões de gases-estufa, por exemplo, demonstrando que muitas nações possuem interesses políticos e econômicos diversos (REIS, 2013).

Corroborando com essa ideia, Dispensa e Brulle (2003) indicam que existem coligações dominantes que desempenham liderança moral e/ou cultural sustentando uma situação na qual os seus interesses são aceitos como interesse comum, em que a mídia serviria como uma significativa reprodutora dessa hegemonia. Sobreposto às MC, tem-se um cenário em que, ainda que a atenção e responsabilidade recaiam em primeira instância sobre a visão científica (a qual aconselha e recomenda o que se deve fazer), existe uma intrínseca relação de influências e disputas em que dificilmente se permite a participação de indivíduos e instituições de fora do seu meio.

A inquietação sobre a questão climática e as causas das MC já não são inéditas, mas o fato novo é sua magnitude e propagação pela sociedade. No decorrer do tempo, cientistas e não cientistas idealizaram "narrativas, teorias e reconstruções em concordância com suas experiências, técnicas experimentais, habilidades técnicas e precedências filosóficas" (FLEMING, 1998, p. 8), resultando em alguns argumentos mais persuasivos que outros, que trouxeram bastante impacto e preocupações sociais e outras reações coletivas.

A Ciência Climática se tornou palco de disputa entre princípios sociais e epistêmicos, algo que nem sempre são conceituados em suas análises. A grande parte das pesquisas se baliza na Ciência Física e/ou política (FLEMING, 1998) e desconhece a necessidade de novos atrelamentos entre campos e visões que preencham espaços de conhecimento, diálogo e percepção do problema. A ciência desconhece que a realidade não é apenas submergida de maneira direta pela mente

humana, mas ajustada e abrangida de acordo com os instrumentos disponíveis ao indivíduo e a sociedade na qual se insere.

A realidade intrincada de determinados assuntos expede algumas controvérsias, na medida em que os riscos associados e a incerteza colaboram para que os estudiosos da área, apoiados em princípios econômicos e políticos distintos e ideologias, levantem suas próprias reflexões sobre a temática ambiental. Contudo, essas controvérsias somente serão reconhecidas e aceitas se passarmos a compreendê-las sob o viés da complexidade (REIS, 2013).

Assim, existe um apelo para que cidadãos tomem o conhecimento de discussões pertinentes à natureza controversa e complexa, dada a “crise ambiental” atual. Nesse sentido, é importante investir em uma educação baseada na formação de alunos em seu desenvolvimento complexo, crítico e reflexivo (WATANABE-CARAMELLO, 2012), na medida em que poderão analisar e aumentar a maneira de pensar os assuntos da atualidade e na tomada de decisões sobre eles.

2.3 O ENSINO DE CIÊNCIAS ENVOLVENDO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As Ciências Naturais ensinadas no Ensino Médio, *locus* docente da pesquisadora, está preconizada na LDB 4024/61 (BRASIL, 1996), a qual insere a obrigatoriedade da disciplina de Ciências nesse nível de escolarização. Nos dias atuais, o desafio proposto por essa lei é desenvolver nos alunos o espírito crítico, observador e a pesquisa como fonte de conhecimento e transformação da sociedade, no nosso caso, as mudanças climáticas que estão afetando toda a vida do planeta.

De acordo com os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), realizado em 2018, e divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP (BRASIL, 2019), demonstrou-se que apesar de o desempenho dos alunos brasileiros apresentar estagnação nessa disciplina, desde que foi avaliado em 2019, eles conseguiram um aumento expressivo no desempenho quando comparados aos índices apresentados em 2009, 2012 e 2015 pelos alunos da 1º ano do Ensino Médio, corroborando com a assertiva de que “A compreensão de ciência e tecnologia é fundamental na formação de um jovem para a vida na sociedade moderna” (BRASIL, 2019, p. 117).

Outro marco importante para a educação brasileira foi a implantação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que ao tratar das Ciências Naturais e suas tecnologias traz a proposta de

[...] analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2018).

Ao propor intervenções coletivas para diminuir os impactos da degradação humana ao meio ambiente, a Base incentiva um processo educativo em que crianças e adolescentes sejam agentes de mudanças positivas para o planeta.

Assim, o processo educacional, por ser visto como um mecanismo eficaz de transformação, no alcance em que coopera efetivamente para estimular um conhecimento mais compreensivo sobre a temática ambiental (CARVALHO, 2006) e, embora não seja o único fator admissível de mudança social, é aceito por seu potencial em promover modificações na sociedade (LIMA, 1999).

Há vários posicionamentos sobre o conflito desse quadro de “crise ambiental”. Assim, ao aguardar modificações nas compreensões e comportamentos em relação ao meio ambiente, percebe-se na educação um aspecto crucial para as mudanças eficazes na sociedade, a fim de conjecturar as relações que são constituídas com a natureza (REIS, 2013).

Contudo, é relevante levar em consideração que agrupar o pensamento complexo no âmbito da educação solicita uma reflexão sobre como lidar com o mundo e com as relações que são constituídas entre objeto, sujeito e meio (WATANABE-CARMELLO, 2012).

Conforme Reis,

Podemos dizer que os discursos daqueles que argumentam sobre a problemática ambiental e da crise que dela emerge está cercado por diversos posicionamentos distintos, que são diretamente influenciados pelos modelos sociais, econômicos e políticos que os circundam, o que acaba por caracterizar esta questão por controversa. Ao mesmo tempo, apontamos que parte dessas controvérsias surge justamente porque a natureza e as relações que o ser humano com ela estabelece, são complexas. (2013, p. 18).

Concedida a importância do processo educacional no enfoque de temas ambientais, a escola não é um espaço de dispersão das informações de questões pertinentes ao dia a dia do aluno, mas da mesma forma, de capacitação dos cidadãos

para uma ação consciente, com a finalidade de que não sejam procrastinadas medidas eficazes por levarem em consideração as incertezas relativas às questões ambientais, mas que sejam provocadas mudanças nas atitudes, fundamentadas em um pensamento crítico. Aguarda-se, então, que essa formação para a tomada de decisões possa se amparar na ciência baseada na complexidade e influenciar fortemente o estilo de vida das pessoas, para que ocorra a “[...] precaução, ao invés da remediação, ação tão repetidamente observada no nosso dia a dia” (WATANABE-CARAMELLO, 2012, p. 243) diante dos problemas ambientais atuais.

Ainda segundo a autora:

[...] toda essa reflexão se faz essencial se o intuito é promover, no contexto do ensino básico, uma mudança efetiva nos discursos levados para a sala de aula, e replicados socialmente. Essa mudança não significará somente aceitar e incorporar as diferentes perspectivas da ciência na escola, mas implicará também numa outra postura frente às tomadas de decisões sociais, políticas, culturais e econômicas. (WATANABE-CARAMELLO, 2012, p. 242-243).

Perante essas questões, é relevante considerarmos a forma como os temas ambientais são implantados na sala de aula, sobretudo na área de Ciências, visto que esses discursos muitas vezes sustentam atitudes pontuais da interferência humana no meio ambiente, não oportunizando uma mudança efetiva na atitude dos alunos (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Conforme Carvalho (2010), a área das Ciências Naturais foi a que mais colaborou para a inserção da temática ambiental nas escolas, na medida em que há identificação dos assuntos com a formação dos professores e com a própria disciplina. Assim, os problemas ambientais podem ser considerados uma possibilidade para a ocorrência da Educação Ambiental, visto que possuem interface com os conteúdos curriculares do Ensino de Ciências. Nesse mesmo sentido, Barreto afirma que:

As mudanças climáticas são um importante ponto de partida para o estudo de como funcionam os processos naturais relacionados ao clima, pois abrangem os estudos de fenômenos como o efeito estufa, ciclo do hidrogênio, movimento de massas de ar, entre outros. A compreensão, pelos alunos, dos fatores que influenciam nas mudanças do clima podendo gerar um aquecimento global é essencial, principalmente devido à importância que o clima tem para a produção de alimentos e para a economia mundial e à repercussão dos impactos relacionados aos fenômenos climáticos. (2009, p. 56).

Nessa perspectiva, a inclusão das questões ambientais nos conteúdos curriculares de Ciências pode ser justificada pela forma de legitimar a utilidade dessa disciplina escolar, visando com que seus conteúdos passem a ser valorizados socialmente também por estarem relacionados às temáticas ambientais, pois quando tratadas dentro do contexto escolar buscam incluir o lugar onde se vive com os problemas sociais como a poluição, lixo, enchentes, aquecimento global, dentre outros. Portanto, devemos salientar que o consumo inconsciente, que altera o meio, passa a ser objeto de estudo quando são mencionadas as questões socioambientais (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Alguns pesquisadores como Pierson, Freitas e Zuin (2005), argumentam sobre a ideia de que a educação científica deve ser percebida como instrumento para que o estudante apresente uma participação cultural e social comprometida e responsável.

Assim sendo, considera-se pertinente a articulação entre o Ensino de Ciências e a temática ambiental, principalmente na proposta de desenvolvimento de novas abordagens educativas, as quais possibilitem obter os desígnios da formação sociocientífica. Conseqüentemente, a ciência não deve ser vista somente como um produto, mas sim como processo histórico em constante transformação (TOTI; PIERSON; SILVA, 2009).

Segundo Watanabe-Caramello e Kawamura, a controvérsia está,

[...] na percepção de que a ciência funda-se em certezas e possibilidades de previsão determinadas e seguras. Essa visão frequentemente sinaliza discursos de autoridade, posicionamentos reducionistas do tipo contra/ a favor, ou enfatiza possíveis catástrofes, privilegiando abordagens que desconsideram as questões sociais mais amplas. Um exemplo representativo desse tipo pode ser encontrado, frequentemente, nas discussões sobre aquecimento global. O tratamento físico do tema procura certezas sobre o aumento (ou não) da temperatura da Terra, e sua decorrência do aumento (ou não) da presença de gases-estufa na atmosfera. Reduzida dessa forma, e ao eleger um vilão (os gases estufa), evita-se a complexidade da questão, que envolve todo o enorme conjunto de ações sociais humanas e a dinâmica da natureza, incluindo um modelo econômico apoiado no consumismo crescente, com estreita relação às desigualdades sociais. (WATANABE-CARAMELLO; KAWAMURA, 2014, p. 256-257).

Os autores supracitados, desse modo, apresentam que “o ponto de partida” para “elaborar propostas mais amplas” para o Ensino de Ciências se constitui como uma perspectiva crítica, evitando-se complexizar a questão do aquecimento global.

Conforme disserta Silva (2007, p. 72), as práticas de Ciências Naturais devem oferecer, em suas discussões, “[...] os complexos aspectos que envolvem a emergência da crise ambiental e os questionamentos por ela suscitados”. Logo, se torna importante a abordagem de temas controversos em processos de ensino e aprendizagem em Ciências, tratando de assuntos relevantes socialmente e impedindo debates ingênuos em relação à temática ambiental.

A não inclusão de temas controversos no Ensino de Ciências pode contribuir para uma visão reduzida do desenvolvimento científico, abordando-a como neutra, desprovida de interesses e altruísta. Em direção contrária, a inclusão desses temas em sala de aula pode proporcionar aos estudantes uma imagem mais realista da ciência (VIEIRA; BAZZO, 2007).

Assim, trabalhar com temas complexos e controversos como o das MC é importante para o desenvolvimento da percepção do estudante para a compreensão das dinâmicas naturais e sociais que os cercam, dada a compreensão de ciência que está relacionada a esse assunto. Essa forma de conceber a prática educacional vai ao encontro dos pressupostos dos estudos sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), conforme apontado no capítulo seguinte.

3 O ENSINO DE CIÊNCIAS E AS RELAÇÕES CTSA

Na década de 1960, a partir da reorganização política do país ocorrida durante a ditadura militar, passou a existir um modelo econômico com questões sociais para a educação, um plano que apontava modernizar e desenvolver o país, dando destaque ao ensino de Ciências (KRASILCHIK, 2004). Houve grandes investimentos de recursos tanto humanos como financeiros para a educação, alcançando vários projetos, entre eles o de Biologia, denominado Biological Science Curriculum Study (KRASILCHIK, 1987), bem como mudanças curriculares, posteriormente estabelecidas com a conquista da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 5692) de 1971.

Em acréscimo, Krasilchik (2000) destaca o crescimento dos problemas sociais do mundo, os quais abriram discussões que passavam a ser incorporadas nos currículos escolares pelo mundo, fazendo relação aos conteúdos tratados em Ciências, com a Tecnologia e a Sociedade, propiciando ao aluno analisar e refletir sobre as relações existentes entre os avanços científicos, a política e a economia, ampliando o desenvolvimento da autonomia, responsabilidade individual e social e participação democrática na sociedade.

Nesse sentido, Bocheco (2011) enfatiza a necessidade da reorganização do Ensino de Ciências para se adaptar às necessidades de uma nova realidade derivada das “crises ambientais, acréscimo da poluição, a crise energética e à exaltação social revelada em movimentos como a revolta estudantil e as lutas anti-segregação racial” (KRASILCHIK, 2000, p. 22)

Sob interferência internacional, na década de 1980 as aulas de Ciências no Brasil ficaram mais ajustáveis, viabilizando a participação do estudante, sobretudo na prática de experimentos, as quais ainda eram vistas como fundamentais para compreensão de teorias científicas e como indicativos para a melhoria de sua qualidade (BRASIL, 1998).

Dessa forma, as propostas curriculares precisaram se adaptar ao oportunizar aos estudantes o desenvolvimento de pensamento reflexivo e crítico, inteirando-se sobre as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e Ambiente (CTSA) ao se adequarem aos conhecimentos de forma científica, social e cultural (DELIZOICOV, 2011).

Além disso, os PCNs passaram a balizar a importância dos saberes que os educandos possuem e suas representações culturais e sociais, ressaltando também a importância da educação cidadã, estimulando o estudante a participar da sociedade de forma solidária, desempenhando com autonomia sua liberdade e responsabilidade. Ligado a isso, esses documentos deram destaque à necessidade da formação para a cidadania, ao conceder um ensino pautado em metodologias que tendem a “ensinar, aprender, pesquisar, avaliar, investigar o que ocorre de modo indissociável” (BRASIL, 2013, p. 155)

Portanto, quando se considera o Ensino de Ciências nas escolas, a ideia de uma formação crítica para cidadania, enfocando uma consciência dos problemas ambientais por meio da responsabilidade pessoal, essas questões se entrelaçam de maneira análoga, pois contribui para entender a dinâmica da disseminação de saberes produzidos pela Ciência, na medida em que se permite avaliar, de forma mais crítica, o processo de ensino-aprendizagem e a dimensão de propostas curriculares por meio da fundamentação derivada da seara das pesquisas educacionais.

3.1 AS RELAÇÕES CTSA NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

À guisa de entendimento, importante se faz destacar que nas pesquisas para este trabalho verificou-se que há uma corrente de pesquisadores que utilizam a sigla CTS para qualificar os estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade, e outros que já concebem a nomenclatura CTSA, pois consideram o acréscimo para tornar claro que se trata também das questões Ambientais.

Santos (2012), nas categorizações de sua pesquisa, explica essa diferenciação entre CTS e CTSA em duas perspectivas: a primeira, sobre CTS, considerando as ideias críticas de Freire; e a segunda, enfatizando o compromisso socioambiental:

[...] Educação CTS na perspectiva Freireana: A visão crítica da educação CTS vai em direção oposta à visão reducionista que reproduz um modelo ideológico de submissão a um sistema tecnológico já estabelecido, procurando desenvolver um novo modelo de desenvolvimento. Essa visão crítica tem sido defendida como uma perspectiva que incorpora os ideais de Paulo Freire [...]

[...] Educação CTSA: Apesar de a educação CTS incorporar implicitamente os objetivos da educação ambiental, pois o movimento CTS surgiu com uma forte crítica ao modelo desenvolvimentista que estava agravando a crise ambiental e ampliando o processo de exclusão social, vários autores têm

adotado a denominação CTSA com o propósito de destacar o compromisso da educação CTS com a perspectiva socioambiental. (SANTOS, 2012, p. 53).

Isso traz uma ênfase na educação como forma de transformação da sociedade e do padrão racional de Ciência e Tecnologia supressor para outro em que se busque a justiça e equidade social.

Acrescenta-se ao exposto, que os autores passaram a utilizar a sigla CTSA para enfatizar os estudos e o ensino que abrangem as questões ambientais do desenvolvimento científico, ou seja, a partir do momento em que se “incluíram obrigatoriamente, na cadeia das interrelações CTS, as implicações ambientais” (SANTOS, 2007, p. 1).

Segundo Alves (2011 apud INVERNIZZI; FRAGA, 2007, p. 1) o surgimento da sigla CTSA ocorreu durante a “transposição do campo de pesquisa CTS para o ensino de Ciências” e, por isso, consideramos importante abrir esse parêntese, já que estamos tratando desse ensino pautando-nos em estudos em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

O desenvolvimento científico-tecnológico está envolvido de modo significativo nas transformações econômicas, sociais, políticas e culturais ao longo dos últimos séculos. Essas transformações determinaram o surgimento de vários movimentos que afetam diretamente a educação e levam ao avanço de diferentes olhares para a relação da Ciência e da Tecnologia com a vida social. Tais correntes demandam uma tomada de consciência compreendendo os problemas éticos, ambientais e de qualidade de vida pertinentes aos aportes dos avanços científicos e tecnológicos (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995; SANTOS, 2007; STRIEDER; KAWAMURA, 2008; OLIVEIRA, 2015).

Essa tomada de consciência também envolve, entre outros subsídios, a superação do modelo de decisões tecnocráticas e de desenvolvimento linear, bem como o debate de temas relativos a questões sociais que envolvem a Ciência e a Tecnologia (AULER, 2002). Tal movimento, denominado CTS, colocou em pauta os possíveis impulsos e interrelações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, bem como o debate acerca da quebra de uma cultura de silêncio, realçando uma sociedade mais democrática, e a construção de uma percepção não neutra da própria Ciência e Tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2001; AULER, 2002).

Conforme Santos e Mortimer (2001), não existe neutralidade científica, nem sequer a ciência é capaz de resolver as inúmeras questões políticas e éticas

abrangidas na sociedade. Em contrapartida, surgiu a busca pela atuação da sociedade em discussões envolvendo a Ciência e a Tecnologia, ao mesmo tempo em que suas implicações se tornaram alvo de muitos debates éticos por atender apenas o aspecto científico, sem abranger neles suas decorrências e efeitos no meio ambiente.

Outro ponto de vista foi atribuído à Ciência e à Tecnologia respaldadas na concepção linear de progresso. Nela, os problemas do presente seriam resolvidos a partir de mais investimento científico, tecnológico e econômico, os quais poderiam resolver as questões sociais, gerando maior bem-estar (AULER; DELIZOICOV, 2006).

Para Zanetic (2005), existem algumas razões que explicam a necessidade e a relevância da percepção das ciências pela população, de modo geral:

1. Vivemos numa época fortemente influenciada e/ou determinada pelas ciências da natureza;
2. Muitos fenômenos da natureza são basicamente explicados através da ciência;
3. A tecnologia contemporânea é fortemente baseada na ciência;
4. A ciência pode favorecer o uso do discurso racional, da razão;
5. A ciência permite um diálogo inteligente com o cotidiano;
6. A ciência enriquece e promove a imaginação;
7. A ciência influencia outras áreas do conhecimento, as artes aí incluídas;
8. O processo histórico dos últimos séculos é incompreensível sem a presença da ciência. (ZANETIC, 2005, p. 9-10).

Segundo Latour (2004), já é possível notar, em alguma medida, certa alteração no desempenho e na interpretação sobre a função da Ciência, que passou da confiança total à plena dúvida. Portanto, precisa haver ponderações em relação a argumentos extremos, pois a Ciência produz dados confiáveis, mas passíveis de discordância, sendo imprescindível superar a ingenuidade sobre esses extremos, condição válida para todas as áreas do conhecimento. Antes, ainda para esse mesmo autor,

Afora as pessoas que fazem ciência, que estudam, que a defendem ou que se submetem a ela, felizmente existem algumas outras, com formação científica ou não, que abrem as caixas-pretas para que os leigos possam dar uma olhadela. Apresentam-se com vários nomes diferentes (historiadores da Ciência e da Tecnologia, economistas, sociólogos, professores de Ciências, analistas de política científica, jornalistas, filósofos, cientistas e cidadãos interessados, antropólogos cognitivos ou psicólogos cognitivos), tendo na maioria das vezes em comum o interesse por algo que é genericamente rotulado "Ciência, Tecnologia e Sociedade. (LATOUR, 1990, p. 34).

Logo, uma possibilidade para a promoção ou ampliação da consciência socioambiental dos sujeitos, por interferência da educação, é a perspectiva de abordar relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. A prática educativa, por essa perspectiva, favorece a ideia de que os estudantes precisam ter conhecimentos, atitudes e valores necessários para a tomada de decisões responsáveis, além da investigação para a busca de soluções sobre questões de Ciência e Tecnologia na Sociedade (SANTOS, 2007).

Para Aikenhead (1994), essa abordagem incide na inclusão integral das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade nos diversos conteúdos de Ciências. Dessa forma, permite-se a formação de estudantes/cidadãos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados e adequados para desempenharem um papel ativo e consciente na sociedade. Santos afirmou que o objetivo do ensino, nesse contexto:

[...] é o desenvolvimento de uma cidadania responsável – uma cidadania individual e social para lidar com problemas que têm dimensões científicas e tecnológicas, num contexto que se estende para além do laboratório e das fronteiras das disciplinas. Tomar a ciência revestida de mais significado para o aluno, de forma a prepará-lo melhor para lidar com as realidades da vida atual e para poder planificar o seu próprio futuro, é uma das suas aspirações básicas. (1998, p. 25).

Para os autores Palacios *et al.* (2003), ao conduzir o processo tecnocientífico no contexto social (e, acrescente-se, ambiental) e admitir a participação democrática na direção do seu desenvolvimento, a educação em perspectiva CTS(A) adquire uma importância pública essencial por trazer para o centro das atenções muitas questões relativas à Ciência e à Tecnologia que são de interesse da sociedade.

Contudo, a abordagem CTSA no contexto escolar é um desafio, tendo em vista as múltiplas dimensões de discussões que devem ser contempladas. Nesse sentido, Pedretti (2003) apresenta estratégias e componentes que orientam a educação CTSA. Esses princípios, descritos no quadro 2, são organizadores para o desenvolvimento de práticas em sala de aula. Esses princípios orientadores conduziram o desenvolvimento deste estudo.

Quadro 2 - Componentes da educação CTSA

Desenvolvimento Sustentável	A educação CTSA envolve o estudo sistemático e a utilização de recursos e a consideração das necessidades humanas de longo prazo no esforço para manter um ambiente propício e sustentador da vida.
Tomada de Decisão	Inclui um entendimento claro de como as decisões são feitas nos níveis de governo local, regional e nacional e nos setores privados e industriais.

Ética e Raciocínio Moral	A educação CTSA tenta reunir a ciência e valores da educação. Essa perspectiva se afasta da mais tradicional apresentação da ciência como um empreendimento objetivo e sem valor, e considera explicitamente o raciocínio moral e ético.
Dimensões Pessoal e Política	Um currículo CTSA inclui discussões sobre política e ciência. A educação CTSA não aborda apenas questões tradicionais sobre a ciência ser uma boa ciência, mas também sobre quem se beneficia e quem perde.
Reconstrução Social Crítica	A educação CTSA permite as pessoas exercitar tanto as habilidades intelectuais e éticas na determinação de prós e contras de qualquer desenvolvimento científico e tecnológico, para examinar os potenciais benefícios e custos e reconhecer que as forças políticas e sociais subjacentes impulsionam o desenvolvimento e redistribuição do conhecimento e artefatos científicos e tecnológicos.
Ação	Idealmente, ações capacita pessoas, levando a uma mudança pessoal e social, e prepara cidadãos para atuar responsavelmente e efetivamente. Não é apenas suficiente desenvolver o potencial para agir, mas também a disposição para fazê-lo. Aqueles que agem são aqueles que possuem um profundo entendimento pessoas dos problemas das implicações humanas e sentem algum senso de propriedade e empoderamento.
Ênfase na Natureza da Ciência	Reconhecimento de que o conhecimento científico é experimental (sujeito a mudanças), baseado empiricamente (com base e/ou derivada de observações do mundo natural), subjetivo (carregado de teoria), em parte produto de interferência humana, imaginação e criatividade, e socialmente e culturalmente incorporado.

Fonte: Pedretti (2003, p. 221, tradução da autora).

De acordo com Pedretti (2003), esses princípios orientadores apresentam possibilidades para a abordagem CTSA no ensino de Ciências, fornecendo subsídios para múltiplas interpretações, além de um currículo não-estabelecido e métodos de ensino, tornando possível desenvolver um currículo em torno de questões locais e globais que permitem reflexão e independência intelectual dos estudantes (AIKENHEAD, 1994).

Em outro trabalho, Pedretti e Nazir (2011), ao analisar 40 anos de literatura de pesquisas e práticas na Educação CTSA, discutem orientações ideológicas que sustentam as práticas pedagógicas alicerçadas para a educação CTSA, apontando tipologias, tendências de investigações, identificando seis diferentes correntes, sendo elas: 1 - aplicação/*desing*; 2 - histórica; 3 - centrada no raciocínio lógico; 4 - centrada em valores; 5 - sociocultural e 6 - sociopolítica. As autoras apontam, a partir de uma análise crítica do discurso e do campo CTSA, a relevância da abordagem CTSA no ambiente escolar, indo ao encontro da intencionalidade desta investigação.

Corroborando com essa ideia, Strieder (2012) mapeou as pesquisas brasileiras sobre educação CTS publicadas entre 2000-2009 em periódicos e eventos da área de Ensino de Ciências. A partir de dois planos de análise, empírico e de aprofundamento de referenciais teóricos, a autora identificou três parâmetros para a constituição da matriz de referência para análise das abordagens CTS: Racionalidade

Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. Por conseguinte, com base em tal matriz, a autora apresenta três propósitos educacionais da abordagem CTS, sendo eles:

1. Desenvolvimento de percepções: procura a aproximação da sociedade para com Ciência e Tecnologia por meio da aquisição de subsídios e consideração das relações entre elas. A sociedade informa-se sobre os avanços e dificuldades mais recentes, ainda que sem avaliar benefícios e riscos.

2. Desenvolvimento de questionamentos: além de apresentar o conhecimento científico, procura-se debater as implicações do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade. Assim, almeja-se uma abrangência sobre a utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos. Da mesma forma, de acordo com esse propósito, o conhecimento científico deixa de ser o escopo do processo de ensino-aprendizagem e passa a ser percebido como meio para a formação de cidadãos.

3. Desenvolvimento de compromissos sociais: esse modelo de abordagem CTS busca discutir as limitações do conhecimento científico para assimilar e solucionar os problemas sociais. Destaca a relevância da sociedade em buscar modelos de desenvolvimento que satisfaçam as necessidades básicas das populações, ao contrário de apenas valorizar a extensão econômica e buscar uma cultura de atuação no âmbito das políticas públicas, na definição de objetivos, modos para alcançá-los e maneiras de monitorar sua efetivação (STRIEDER, 2012).

Com base no exposto, a abordagem CTSA pode gerar o desenvolvimento de competências morais, sociais, éticas e de justiça social nos estudantes a partir da possibilidade de debater os problemas da ciência sobre a sociedade e o meio ambiente. Assim sendo, o ensino de Ciências estima uma compreensão mais crítica dos indivíduos em relação às grandezas democráticas das políticas públicas voltadas à Ciência e à Tecnologia (REIS, 2013).

À guisa de complemento, Bruno Latour, ao tratar do caráter social, cultural e histórico do fazer científico, assegura que estudos e pesquisas com esses encaminhamentos “não dizem reverência à natureza ou ao conhecimento, mas antes a sua implicação com nossos coletivos e os sujeitos. Não estamos falando do pensamento instrumental, mas sim da própria matéria de nossas sociedades” (LATOURE, 1994, p. 9). Com isso exposto, a relevância dos estudos CTSA está principalmente em uma mudança de perspectiva, que faz crítica à construção de

sentidos socioculturais em um mundo cada vez mais intercedido pela Ciência e pela Tecnologia.

Em uma perspectiva mais globalizante, o referido autor retrata o mundo como um local em que os riscos são criações híbridas humanas, no qual a sociedade moderna torna-se reflexiva, isso porque ela é, ao mesmo tempo, uma questão e um problema para si (LATOURE, 1994). Em um estudo mais recente, Latour (2016) enfoca que a crise do meio ambiente é, possivelmente, uma tentativa da modernidade em separar a essência das ações do homem, mas que, segundo ele, não é possível haver essa purificação e cita como exemplo o buraco na camada de ozônio:

O buraco de ozônio é por demais social e por demais narrado para ser realmente natural; as estratégias das firmas e dos chefes de Estado, demasiado cheias de reações químicas para serem reduzidas ao poder e ao interesse; o discurso da ecossfera, por demais real e social para ser reduzido a efeitos de sentido. Será nossa culpa se as redes são ao mesmo tempo reais como a natureza, narradas como o discurso, coletivas como a sociedade? Será que devemos segui-las abandonando os recursos da crítica, ou abandoná-las posicionando-nos junto ao senso comum da tripartição crítica? (LATOURE, 2016, p. 12).

Ao realizar esses questionamentos, Bruno Latour enfatiza a necessidade de uma crítica social menos reducionista, dada a complexidade dos efeitos da degradação ambiental e que podem ser vistos. Ainda mais atuais são as colocações de Fanfa; Martello e Teixeira (2020), ao citarem a concepção de Bruno Latour quando ele reporta sobre a lição que a pandemia do novo Coronavírus nos trouxe: “De fato, ficou provado que é possível, em questão de semanas, suspender, em todo o mundo e, ao mesmo tempo, um sistema econômico que até agora nos diziam ser impossível desacelerar ou redirecionar” (2020, p.1). Os autores ainda mencionam Boaventura de Sousa Santos quando ele escreve que “A ideia conservadora de que não há alternativa ao modo de vida imposto pelo hipercapitalismo em que vivemos, cai por terra numa pandemia” (2020, p. 06).

Aceita-se, desse modo, que é necessário se pensar mais e mais sobre as interferências humanas na natureza e, por isso, retomamos e interligamos essas considerações ao exposto no quadro de Pedretti:

A educação CTSA permite as pessoas exercitar tantas habilidades intelectuais e éticas na determinação de prós e contras de qualquer desenvolvimento científico e tecnológico, para examinar os potenciais benefícios e custos e reconhecer que as forças políticas e sociais subjacentes impulsionam o desenvolvimento e redistribuição do conhecimento e artefatos científicos e tecnológicos. (2003, p. 221).

Para tanto, faz-se necessário aproveitar o momento e refletir sobre nossas interferências na natureza e, mais ainda, o que estamos dispostos a melhorar como indivíduos e também coletivamente para que tenhamos uma sociedade mais harmônica, porque quando problemas – como queimadas, destruição de recursos hídricos, efeito estufa entre outros, ocasionados pela junção de fatores políticos, econômicos e culturais são debatidos em sala de aula, os estudantes têm a oportunidade de considerar as semelhanças existentes com a produção científica e tecnológica, questionando-as para a formação de valores e atitudes democráticas (REIS, 2013).

Sendo assim, a problematização e o uso de questões sociocientíficas no âmbito escolar favorecem discussões acerca da Ciência e da Tecnologia e suas relações com a sociedade e o ambiente. Tais questões têm por finalidade desenvolver nas estudantes habilidades argumentativas e conhecimentos legais sobre os entraves da Ciência e da Tecnologia, bem como suas controvérsias econômicas, políticas, éticas, morais e sociais, passíveis de contextualização no ambiente escolar.

Segundo Reis (2004), as questões sociocientíficas podem ser determinadas como práticas causadoras de atitudes associadas à cidadania ativa a partir da “abordagem crítica” pertinente ao uso indiscriminado da Ciência e da Tecnologia. Parte-se, assim, do pressuposto de que as adversidades sociais e científicas podem ser discutidas com os estudantes, desenvolvendo opiniões críticas e responsáveis nos cidadãos.

Reis (2004), reitera potencialidades curriculares para a educação baseada no aprofundamento de questões sociocientíficas, sendo elas:

- compreensão da ciência, contendo seus processos e implicações naturais;
- apreensão do que é ciência e de como ela é produzida;
- desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes;
- competências essenciais para uma cidadania ativa e responsável em referência às controvérsias sociocientíficas.

Essas questões podem envolver o impacto das decisões entre Ciência e Tecnologia para com os fatos sociais e ambientais, analisando o interesse dos estudantes em conhecer sobre a ciência e seu contexto social que podem requerer o comprometimento ético na sociedade. De acordo com Zeidler (2005, p. 361), a

abordagem CTSA pode estar ligada à realidade pessoal do estudante, além de conter aspectos científicos e culturais atuais, “originando uma leitura mais crítica do mundo”. O enfoque de questões sociocientíficas pode aperfeiçoar habilidades individuais e de raciocínio moral nos estudantes, pois:

[...] se esperamos instigar e desenvolver habilidades de raciocínio moral dos alunos, então temos que proporcionar aos alunos oportunidades variadas para ganhar e aprimorar essas habilidades. O presente argumento defende o desígnio de que o uso de questões controversias sociais da ciência fundamentam-se na importância de opiniões individuais e de grupos para fornecer um ambiente de conhecimento da ciência e ao mesmo tempo desenvolver o pensamento crítico e ativo nos estudantes. (ZEIDLER *et al.*, 2003, p. 83, tradução nossa).

Neste sentido, a partir do exposto até aqui, compreende-se que a temática das Mudanças Climáticas, que deve ser discutida sempre em processos de ensino e aprendizagem, envolve a problematização de situações da realidade em estreita relação com a produção científica e tecnológica, bem como implicações diretas na sociedade e no ambiente, demandando, dessa forma, uma formação que englobe as relações entre Ciência, Tecnologia e suas implicações nos âmbitos sociais, políticos, econômicos, etc.

Para além disso, a abordagem desta temática nas aulas de Física, em uma prática dialógica, problematizadora e contextualizada vai ao encontro dos pressupostos da educação CTSA ao tratar de aspectos relacionados à sustentabilidade, natureza da Ciência e relações com a Tecnologia.

Concordando com Pinto *et al.*:

Diante de diversos desafios colocados à frente de questões contemporâneas, ensinar física por meio da perspectiva CTSA consiste em articular, de maneira eficaz, variadas dimensões de estudo como ciência, política, justiça social, economia, cultura e sociedade.[...] Com o intuito de produzir mudanças na qualidade do ensino de Física, o qual sempre foi sedimentado em uma educação por transmissão e descontextualizada, pode-se afirmar que a abordagem CTSA permite discussões mais contundentes sobre aplicações e implicações tecnológicas e científicas na história e contemporaneidade da humanidade. (2013, p. 3).

Apoiando-se nas discussões realizadas neste texto, percebe-se que para além da abordagem dos conhecimentos específicos de Física, a educação CTSA permite extrapolar para as relações que essa disciplina possui com a vida do estudante. Inclui-se assim, em sala de aula, a discussão sobre política, economia, ambiente, sociedade entre outros, e que são pertinentes à formação, não apenas para o mercado de

trabalho, mas do sujeito e para sua inserção crítica na sua realidade. No próximo tópico, apresenta-se uma breve análise entre as concepções acerca da ciência de Latour e os princípios orientadores da educação CTSA de Pedretti.

3.2 ENTRECruzANDO CONCEPÇÕES: LATOUR E PEDRETTI

Nesta seção serão entrecruzadas as categorias propostas por Pedretti (2003) já expostas na seção anterior, com as concepções de Bruno Latour para que nas análises e discussões dos dados tenhamos esclarecido os pontos cruciais para entendimento do que é ensinado por ambos os autores.

No texto de Pedretti (2003), de forma sucinta, tratou-se de explicar que a educação CTSA envolve o estudo sistemático e a utilização de recursos, considerando as necessidades humanas, a longo prazo, no esforço para manter um ambiente propício e sustentador da vida. Para essa autora, a educação CTSA tenta reunir a ciência e valores da educação, numa perspectiva que se afasta da mais tradicional apresentação da ciência como um empreendimento objetivo e sem valor, e considera explicitamente o raciocínio moral e ético, considerando que o currículo CTSA inclui discussões sobre política e ciência.

Assim, a educação CTSA não aborda apenas questões tradicionais sobre a ciência ser uma boa ciência, mas também sobre quem se beneficia e quem perde. A educação CTSA permite às pessoas exercitarem habilidades intelectuais e éticas na determinação de prós e contras de qualquer desenvolvimento científico e tecnológico, para examinar os potenciais benefícios e custos e reconhecer que as forças políticas e sociais subjacentes impulsionam o desenvolvimento científico e tecnológico.

Posto isto, pensou-se ser importante entrecruzar as ideias de ambos os estudiosos (Pedretti e Latour) para consolidar, de forma mais clara possível, a perspectiva de estudo adotada neste trabalho. Nesse sentido, cruzaremos as perspectivas de Latour sobre a temática e retomamos as categorias propostas por Pedretti em um segundo quadro para facilitar a abordagem da autora: Desenvolvimento Sustentável, Tomada de Decisão, Ética e Raciocínio Moral, Dimensões Pessoal e Política, Reconstrução Social Crítica, Ação, Ênfase na Natureza da Ciência.

Quadro 03 – Princípios orientadores da educação CTSA de Pedretti e concepções de Latour acerca da Ciência

PEDRETTI	LATOUR
Desenvolvimento Sustentável	A crise do meio ambiente é, possivelmente, uma tentativa da modernidade em separar a essência das ações do homem, enfatizando a necessidade de uma crítica social menos reducionista, dada a complexidade dos efeitos da degradação ambiental e que podem ser vistos. (LATOUR, 2016)
Tomada de Decisão	Em primeiro plano ele conectaria em uma cadeia contínua da alta atmosfera as estratégias científicas e industriais, as preocupações dos chefes de Estado, as angústias dos ecologistas; o segundo estabeleceria uma partição entre um mundo natural que sempre esteve aqui, uma sociedade com interesses e questões previsíveis e estáveis, e um discurso independente tanto da referência quanto da sociedade.
Ética e Raciocínio Moral	A Educação em Ciências deve mostrar a ciência em ação e não a ciência pronta – abrindo as caixas pretas da Física e mostrar como as teorias são construídas (LATOUR, 2011).
Dimensões Pessoal e Política	Metade da nossa política é feita nas ciências e nas técnicas. A outra metade da natureza se faz na sociedade. Se reunirmos as duas, a política renasce. (...) Se não mudarmos o Parlamento, não seremos capazes de absorver as outras culturas que não mais podemos dominar, e seremos eternamente incapazes de acolher este meio ambiente que não podemos mais controlar. Cabe a nós mudar nossas formas de mudar. (LATOUR, 1994, p. 142-143).
Reconstrução Social Crítica	É importante promover aprendizagem na fronteira do conhecimento, porque nela é possível encontrar diversos saberes escolares (disciplinares), produzindo interdisciplinaridade, articulando-se aos saberes científicos e populares (transdisciplinares), contribuindo para a formação de indivíduos capazes de exercer práticas democráticas (LATOUR; WOOLGAR, 1997).
Ação	“Agora, cientistas têm que ganhar respeito de volta. Mas a solução é a mesma: você precisa mostrar a ciência como ciência em ação. Eu concordo que é arriscado, porque nós tornamos as incertezas e controvérsias explícitas”.
Ênfase na Natureza da Ciência	As pessoas já não esperam das ciências verdades definitivas. Passamos da confiança total à dúvida absoluta. É pena, pois as ciências são meios de produção de verdade no mundo. É preciso não ser ingênuo nos dois sentidos e ter confiança nas instituições respeitando a fragilidade científica. Há resultados certos e seguros. As ciências são muito mais poderosas do que dizem os seus críticos e muito mais frágeis do que pensam os ingênuos.

Fonte: Elaborado pela autora com base nas concepções de Pedretti (2003) e Latour (1994).

Expostas essas considerações, é preciso enfatizar que acreditamos em uma educação em Ciência que possa ser respaldada em uma base metafísica idealizada por Latour e algumas parcerias, dialogando com vertentes filosóficas e sociológicas distintas, mas que contribuem para a formação de pessoas críticas, atuantes e capazes de se posicionarem no cenário sociocientífico contemporâneo.

Nesse sentido, encontra-se respaldo nas ideias de Latour, quando ele menciona que é impossível ficarmos alheios aos meios tecnológicos, e que esses aparatos são mediadores das redes de informação, pois segundo suas posições e de seus colegas, eles são uma rede que “forma-se por tudo que possa contribuir para a interação e para obtenção de um produto chamado ‘conhecimento’”. Se um texto, por exemplo, “foi escrito para ser lido por aqueles que se interessam pela temática, os

autores, o computador, o suporte material textual e os leitores, todos fazem parte da rede” (FRANÇA; NETO; DIAS, 2015, p. 5).

Para Latour “a ação de educar/ensinar não é uma propriedade de humanos, mas de uma “associação de atuantes” e embora ele não tenha idealizado especificamente um estudo para a área da Educação em Ciências, infere-se que sua visão a respeito da atividade científica signifique uma relevante revolução na Educação em Ciências que se pratica nas escolas brasileiras, especialmente quando sustenta que a educação científica precisa ir além do conhecimento conteudista (LATOURE, 2001, p. 210), sugerindo que os alunos tenham acesso a laboratórios científicos e, conseqüentemente, consiga-se dinamizar o processo de aprendizagem.

4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Este capítulo expõe os procedimentos metodológicos quanto ao desenvolvimento de Sequência Didática com foco em Mudanças Climáticas e suas relações com a Termodinâmica, que dará sentido ao Produto Profissional. Inicialmente, apresenta-se a natureza da pesquisa.

Na sequência, apresenta-se a metodologia investigativa, passando pela caracterização do cenário da escola onde desenvolveu-se o estudo, que ocorreu em nível de Ensino Médio, e da organização da SD para se realizar a intervenção e conclui-se esta parte com a metodologia de análise.

4.1 NATUREZA DA PESQUISA

Procurou-se, neste item, responder às perguntas primária e secundária: 1. Qual é a possibilidade de inserção da abordagem CTSA no Ensino Médio, a partir do desenvolvimento de uma Sequência Didática com foco em Mudanças Climáticas? 2. Quais relações existem entre as MC e a Termodinâmica, sob perspectiva de Bruno Latour?

A partir dessas indagações, buscou-se apresentar a natureza da investigação, utilizando uma metodologia que possibilitasse o aprofundamento no universo da pesquisa, para, assim, alcançar o objetivo geral e específicos propostos. Optou-se, então, por uma abordagem qualitativa de natureza interventiva.

BOGDAN; BIKLEN, na pesquisa qualitativa,

Os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico. As questões a investigar não se estabelecem mediante a operacionalização de variáveis, sendo, outrossim, formuladas com o objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade e em contexto natural. (1994, p. 16).

Para esses autores, a abordagem qualitativa no contexto educacional é um procedimento de investigação balizado pela descrição e análise de experiências, compartilhando semelhanças com os métodos desenvolvidos nas relações humanas quanto à responsabilidade no processo de constituição de dados, bem como na escolha de questões relacionadas e na observação de detalhes (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Assim, a metodologia qualitativa de pesquisa possibilita um olhar mais atento

sobre os aspectos qualitativos versus os quantitativos e cogita, também, “uma qualidade de diálogo entre os investigadores e os sujeitos, dado estes não serem discutidos por aqueles de uma forma neutra” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 51).

Nesse sentido, a metodologia qualitativa viabiliza o estreitamento da relação entre pesquisador e participantes da pesquisa, entendido como o estudo da realidade do universo da pesquisa (MORÉS, 2012; PANAZZO, 2012). Assim:

[...] os pesquisadores em educação estão continuamente suscetíveis a questionar os sujeitos da investigação, com o propósito de perceber e acompanhar suas experiências, seus modos de vida, suas aproximações com o mundo social em que vivem, dentre outros elementos significativos à investigação qualitativa. (LÜDKE; ANDRÉ, 2013, p. 12).

No universo da pesquisa qualitativa existem várias metodologias, como por exemplo, a pesquisa-ação, o estudo de caso, a pesquisa etnográfica e a pesquisa interventiva ou de intervenção, que retratam acessos e possibilidades distintas de materialização da investigação que melhor se limitem os objetivos de estudo do pesquisador.

Em relação a uma pesquisa de intervenção ou interventiva, segundo a concepção de Damiani *et. al.* (2013, p. 58), são:

Investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências.

Trata-se então de uma forma de investigação determinada pelo planejamento e prática de intervenções em espaço escolar, com a intencionalidade de promover melhorias no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (DAMIANI *et al.* 2013; SIEMSEN, 2019). Ainda, conforme Siemsen (2019, p. 94), apoiada em Gil (2010), Damiani *et al.* (2013) e Teixeira e Megid Neto (2017), a intervenção:

No âmbito pedagógico, essas pesquisas apresentam um caráter de aplicação, ou seja, são planejadas e desenvolvidas almejando a resolução de problemas práticos presentes na realidade educacional a ser investigada pelo pesquisador

Para Teixeira e Megid Neto (2017), essa é uma modalidade de investigação capaz de gerar conhecimentos úteis, práticas alternativas/inovadoras e processos colaborativos para a educação, em específico no Ensino de Ciências. Os autores a

consideram como um enquadramento da pesquisa de aplicação, de desenvolvimento e experimental.

De outro ponto de vista, no campo da pesquisa qualitativa é importante o seu antagonismo com a neutralidade do pesquisador. Isso ocorre, pois:

[...] o trabalho investigativo é perpassado pela carga e pelo comprometimento das particularidades subjetivas de ideias, valores e preferências do investigador, principal marca da pesquisa qualitativa. A partir da escolha do tema, é delineada uma determinada visão de mundo e refletida a dimensão social em que se inserem a pesquisa e o pesquisador, desfazendo totalmente a pretensa neutralidade e objetividade da pesquisa científica. (PANAZZO, 2012, p. 102).

Tendo como ponto de partida a investigação de natureza qualitativa e de intervenção, foram utilizadas como instrumentos para a constituição de dados as transcrições dos áudios e vídeos, obtidas durante a prática intervencionista, diário de bordo da pesquisadora e atividades produzidas pelos estudantes participantes

4.2 O CENÁRIO ESCOLAR E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A presente pesquisa foi realizada em um colégio estadual da região metropolitana de Curitiba, que oferta turmas de ensino fundamental e médio no período da manhã, ensino fundamental no período da tarde e Ensino Médio no noturno.

A grade curricular dessa escola está de acordo com documentos referentes aos PCNs e DCE-PR. AS DCE designam três campos de estudo da Física e que completam o quadro teórico desta ciência: 1- A mecânica e a gravitação; 2- A Termodinâmica; 3- O eletromagnetismo.

Logo, o planejamento da Sequência Didática foi realizado com base nos conteúdos referentes ao 2º ano do Ensino Médio. Os principais conteúdos priorizados nesse planejamento foram: as leis da Termodinâmica, as relações de troca entre o calor e o trabalho realizado na transformação de um sistema físico e a variação da temperatura, da pressão e do volume nos sistemas físicos. As demais contribuições de outros componentes curriculares são discutidas na composição da Sequência Didática, que será apresentada posteriormente.

A turma participante do desenvolvimento da pesquisa, de acordo com as DCE de Ciências Naturais, foi o 2º ano do Ensino Médio do período diurno, uma vez que o

conteúdo de Termodinâmica, conteúdo relacionado ao tema da SD, faz parte da grade curricular dessa série.

Dentre as duas turmas dessa série, presentes na escola no ano de 2020, uma classe foi selecionada pela professora regente com base em critérios de participação nas discussões e menor número de faltas. Na turma escolhida, há 45 estudantes matriculados; porém, uma classe foi selecionada pela professora regente, com base em critérios de participação nas discussões e menor número de faltas.

A turma caracterizou-se por apresentar estudantes de faixa etária entre 15 e 17 anos e que, em sua maioria, tendo em vista ser uma escola localizada em região com maiores índices de vulnerabilidade social. Todos os estudantes apresentavam livre acesso à internet em casa, no trabalho ou no laboratório de informática para a realização das atividades propostas durante a Sequência Didática. Além disso, a direção escolar não permite o uso de aparelho celular em sala de aula, exceto se permitido pelo professor para fins pedagógicos.

A instituição escolar dispõe de uma estrutura que conta com sala de arte, refeitório, laboratório de ciências, laboratório de informática, biblioteca, sala de vídeo, quadra poliesportiva coberta, cantina comercial e pátio interno e externo. Para desenvolvimento da pesquisa, considerou-se também parte dessa estrutura física da instituição, pois foram utilizados diferentes ambientes da escola: salas de aula, biblioteca e laboratório de informática.

Em meio aos ambientes internos do colégio, o laboratório de informática foi o mais utilizado ao longo dos três encontros, realizados anteriormente à suspensão das atividades escolares presenciais devido à pandemia de Covid-19. O espaço oferece uma estrutura, com cerca de 25 computadores e/ou notebooks com acesso à internet, bancada, cadeiras, armários, lousa e uma televisão. É importante esclarecer que para o uso do laboratório os professores devem agendar dia e horário para a utilização.

Ainda do ponto de vista dos recursos em geral, o colégio conta com data-show, aparelho de DVD, aparelho de som, notebook e TV com pendrive em todas as salas de aula.

Compreende-se que dificuldades em relação à estrutura física e recursos em geral são encontradas em várias instituições. Embora tenham sido disponibilizados alguns equipamentos em situação precária de uso, como o caso dos computadores que demonstravam falta de formatação e componentes básicos como o mouse, por exemplo, ainda assim apresenta-se um cenário favorecido em relação à

disponibilidade de espaços e recursos, se confrontado com a realidade de outras escolas da rede estadual de ensino do Paraná, uma vez que muitas dessas instituições possuem problemas de infraestrutura e escassez de recursos, da inexistência de laboratórios, bibliotecas e até mesmo salas de aulas, chegando a falta até mesmo de materiais de higiene e merenda escolar, mostrando o reflexo do quadro sociopolítico e administrativo do país, cooperando para a precariedade das redes municipais, estaduais e federais.

4.3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O desenvolvimento empírico da pesquisa, em um contexto educacional, tem como objeto a implementação de uma Sequência Didática, que segundo Zabala (1998, p. 20), corresponde a um “conjunto de atividades estruturadas, ordenadas e articuladas para a realização de alguns objetivos educacionais”. Esse autor baseia-se em uma perspectiva construtivista e diversificada para expor alguns aspectos que devem ser observados em tal objeto, de forma que se possa aceitar sua validade e permitir que se identifique a necessidade de reforçar ou adicionar alguma atividade.

Em seguida, foi consultado o currículo da disciplina de Física do Ensino Médio, contido nos documentos balizadores da educação nacional e estadual, a fim de localizar um tema gerador para a construção da Sequência Didática.

Nesses documentos foram identificados os conteúdos estruturantes do segundo ano do Ensino Médio, a Termodinâmica e os conteúdos específicos, a lei zero, a primeira e a segunda lei da Termodinâmica. Tendo em vista o contexto do colégio, situado em uma região industrial, e ainda as discussões apontadas pela literatura sobre a emergência de debates sobre aquecimento global, foi escolhida a temática das Mudanças Climáticas para organização da Sequência Didática, por ser um tema que proporcionasse uma abordagem social da ciência, possibilitando o posicionamento dos estudantes.

Para estruturação da SD, houve um planejamento preliminar constituído de um cronograma que previa a duração do desenvolvimento das aulas por 6 semanas consecutivas, em 12 horas aula de 50 minutos cada. Por causa da pandemia da COVID-19, isso foi alterado para 5 semanas não consecutivas, em aproximadamente 8 horas aula, com aproximadamente 50 minutos cada. Posteriormente, foram estipulados instrumentos para constituição dos dados com o escopo de auxiliar nas

análises: a) relatórios pessoais dos estudantes, entregues ao final de cada aula; b) diário de bordo da professora pesquisadora, autora da pesquisa; c) atividades propostas nas aulas; d) a gravação de áudio e vídeo de cada uma das aulas.

A gravação do áudio e vídeo, por sua vez, foi realizada durante todo o período do desdobramento da Sequência Didática. É importante ressaltar que antes de se concretizar a gravação, o estudo precisou ser aprovado pelo Comitê de Ética da Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, o que ocorreu por demorado processo, tendo sido concretizado por meio do processo CAAE 06618818.7.0000.5547, conforme Anexo A, que recebeu parecer favorável.

Aos estudantes foi apresentado um convite individualizado para participar da pesquisa, caracterizado por um Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE), conforme Anexo B. Foi ainda imprescindível que os pais e responsáveis também assinassem um Termo autorizando a participação dos estudantes, o TCLE, por meio do qual eles autorizavam a participação dos estudantes (Anexo C), e receberam o termo de confidencialidade, apresentado no Anexo D. Além destes, há o documento de escola, de concordância da instituição coparticipante (Anexo E).

Assim, a Sequência Didática intitulada como “Sequência didática com abordagem CTSA utilizando a temática Mudanças Climáticas e suas relações com a Termodinâmica”, foi desenvolvida em 5 semanas consecutivas. Em cada uma foram desenvolvidas duas horas aula, tendo objetivos relacionados aos conteúdos estudados.

Ao concretizar o planejamento das aulas, destaca-se que é fundamental desenvolvê-las de forma a gerar habilidades de domínio e comunicação sobre o conteúdo abordado, de maneira a auxiliar o delineamento e o tratamento educacional dos conteúdos nas aulas de Físicas. Para isso, a Sequência Didática foi baseada nos pressupostos metodológicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), sob a estruturação dos Três Momentos Pedagógicos, que têm base na perspectiva dialógico-problematizadora do educador Paulo Freire.

Os Três Momentos Pedagógicos foram utilizados em cada etapa de modo a proporcionar discussões por pautarem o conteúdo da disciplina ao vivenciá-la na realidade concreta dos estudantes, trazendo os conhecimentos preexistentes dos alunos para auxiliar na discussão sobre o conhecimento científico dentro do contexto escolar, e incitar o pensamento crítico para proporcionar a autonomia do estudante.

Para tanto, em cada etapa foram utilizados os Três Momentos Pedagógicos da seguinte forma:

- **Problematização inicial:** período em que o professor indaga os conhecimentos prévios dos estudantes, para identificar lacunas e atrelar os conteúdos ao seu cotidiano. Nessa fase, o estudante inicia uma autocrítica sobre as problemáticas/dificuldades apresentadas.

- **Organização do conhecimento:** o professor aproxima as questões que foram problematizadas antes, desenvolvendo e sistematizando-as por meio de atividades e recursos. Dessa forma ele será capaz de se inteirar das necessidades levantadas no primeiro momento.

- **Aplicação do conhecimento:** etapa na qual, por meio das atividades desenvolvidas, o professor faz relações do que já foi desenvolvido para sintetizá-los, complementando questões necessárias. Assim, nesse último momento, o professor percebe se seus objetivos iniciais foram atingidos e se os estudantes conseguem ultrapassar concepções iniciais, levantadas pelo professor durante a problematização. Ainda, a Aplicação do Conhecimento se configura como o tempo didático ao estabelecimento, pelo professor, de desafios mais amplos em perspectiva da continuidade do processo ensino e aprendizagem.

No contexto da Sequência Didática, os Três Momentos Pedagógicos, estiveram presentes em cada uma das aulas, garantindo assim pequenos ciclos completos de ensino e aprendizagem, sem que questionamentos, conteúdos ou discussões se perdessem entre um encontro e outro.

No Quadro 4 é apresentado, de maneira sintetizada, os objetivos de cada aula, os conteúdos e os recursos didáticos utilizados:

Quadro 4 - Síntese dos objetivos, conteúdos e recursos didáticos utilizados nas aulas da Sequência Didática proposta

Aula e duração	Objetivos	Conteúdos	Recursos didáticos
1ª etapa 2 h/a (100 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer tipos de relações entre homem e clima; - Investigar e compreender quais são as principais causas e consequências dos GEE para o aquecimento global e nas MC; - Conhecer e identificar as possíveis relações sociais e ambientais entre política e clima. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relações ambientais, sociais e políticas acerca das MC; - Conceitos físicos sobre GEE e o calor próximo da superfície da Terra, o aquecimento global e a influência que ele exerce sobre o sistema climático, implicando em MC e nas políticas sobre a ciência climática. 	-Artigos, reportagens, música e Laboratório de informática da Escola.

2ª etapa 2 h/a (100 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar questões sociais e ambientais; - Associar conhecimentos e métodos científicos com a tecnologia do sistema produtivo e dos serviços. - Identificar o impacto de tecnologias para as pessoas, os processos de produção, o desenvolvimento do conhecimento e o contexto social. 	- A tecnologia, as máquinas térmicas e suas relações com o ambiente.	-Artigos, reportagens, músicas, Laboratório de informática da Escola e documentários.
3ª etapa 2 h/a (100 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> - Entender a relação do princípio da conservação de energia com a primeira lei da Termodinâmica; - Identificar o princípio da impossibilidade de uma máquina térmica; - Compreender a operação em ciclos de uma máquina térmica (sua conversão de 100% de energia térmica em energia mecânica); - Observar a tendência da diminuição de energia térmica disponível de um sistema termodinâmico. 	- Conversão de calor em trabalho, princípio de conservação de energia e rendimento de uma máquina térmica.	<ul style="list-style-type: none"> -Aula expositiva; - Experimento em sala; - Exercícios.
4ª etapa 2 h/a (100 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver a capacidade de argumentação; - Elaborar respostas rápidas e persuasivas; - Apreender a síntese e a ordenação do pensamento; - Compreender e discutir a extensão política da ciência; - Apreender os processos de tomada de decisão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estratégias para estudo da temática socioambiental controvertida. - Conteúdos que instiguem o senso crítico, a participação e a reflexão de todas as atividades realizadas durante as etapas anteriores da Sequência Didática. 	<ul style="list-style-type: none"> -Reportagens; - Videoaulas; -Computador, celular e aplicativos.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

A metodologia utilizada para a análise dos dados construídos ao longo da pesquisa foi a Análise de Conteúdo de Bardin (2011). Segundo a autora, esse termo - Análise de Conteúdo - representa:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens. (BARDIN, 2011, p. 48).

Para Triviños (2008), a análise de conteúdo destaca-se pela possibilidade de estudar as comunicações entre os homens e mulheres, colocando foco no conteúdo das mensagens. As mensagens podem ser fornecidas por relatórios, transcrições de

entrevistas, reportagens, respostas de questionários e documentos oficiais. Segundo o autor, sugere-se ainda a importância da clareza teórica por parte do pesquisador, pois sem a contribuição do referencial teórico não é possível a mediação, de acordo com nossas hipóteses e que fomentam o conteúdo das mensagens.

A Análise de Conteúdo envolve uma série de etapas que auxiliam o pesquisador a conferir sentidos e significados ao conjunto de dados constituídos durante a pesquisa. O Quadro 5 sintetiza as três etapas básicas dessa metodologia, segundo Bardin (2011).

Quadro 5 - Síntese das etapas básicas de análise de conteúdo de Bardin (2011)

Pré-análise	Exploração do material	Tratamento dos resultados, inferência e interpretação
Selecionar as ideias iniciais colocadas pelo corpo teórico e definir indicadores para a interpretação das informações coletadas. A fase compreende a leitura geral do material eleito para a análise. De forma geral, efetua-se a organização do material a ser investigado, tal seleção serve para que o analista possa conduzir as operações sucessivas de análise. Os elementos constitutivos desta fase são: Leitura flutuante, escolha dos documentos, formulação das hipóteses e objetivos e elaboração de indicadores.	Constituição das operações de codificação, considerando-se os recortes dos textos em unidades de registros, a definição de regras de contagem e a classificação e agregação das informações em categorias simbólicas ou temáticas. Os materiais utilizados foram atividades feitas pelos estudantes e diário de bordo da pesquisadora.	Captar os conteúdos manifestos e latentes contidos em todo o material coletado (documentos e observação). A análise comparativa é realizada por meio da justaposição das diversas categorias existentes em cada análise, ressaltando os aspectos considerados semelhantes e os que foram concebidos como diferentes.

Fonte: Adaptado de Bardin (2011).

Partindo dos princípios do método de Análise do Conteúdo e de organização das unidades de registros, foram estabelecidos Indicadores e Categorias de Análise para a apreciação dos dados constituídos ao longo do desenvolvimento da Sequência Didática, com base nos princípios orientadores da Educação CTSA, embasadas nas teorias de Latour e Pedretti (2003), sintetizados no Quadro 6.

Quadro 6 - Categorização para análise dos dados

Indicadores	Categorias de análise
Desenvolvimento sustentável - estudo do uso sistemático de recursos e da consideração das necessidades humanas a longo prazo.	A complexidade dos efeitos da degradação ambiental.
A apreensão dos processos de tomada de decisão a nível governamental e empresarial sobre Ciência e Tecnologia	Estratégias científicas e industriais x as preocupações de chefes de Estado e ecologistas
A educação CTSA tenta reunir a ciência e valores da educação , perspectiva contrária à tradicional apresentação da ciência como um empreendimento objetivo e sem valor, considera e o raciocínio moral e ético.	A Educação em Ciências deve mostrar a ciência em ação e não a ciência pronta, mostrando

	como as teorias são construídas.
A educação CTSA inclui discussões sobre política e ciência e não aborda apenas questões tradicionais sobre a ciência ser uma boa ciência, mas também sobre quem se beneficia e quem perde .	Metade da nossa política é feita nas ciências e nas técnicas. A outra metade da natureza se faz na sociedade.
O exercício de capacidades intelectuais e éticas na determinação dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico e no reconhecimento das políticas que governam o desenvolvimento e a repartição dos conhecimentos e artefatos científicos e tecnológicos .	Importância da aprendizagem na fronteira do conhecimento, ou seja, a interdisciplinaridade articulada aos saberes científicos e populares (transdisciplinares) - formação de indivíduos capazes de exercer práticas democráticas.
A formação dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade. Indicadores da influência da Ciência e da Tecnologia na sociedade .	Necessidade de atender às novas exigências do processo de trabalho e vencer o desemprego e mostrar a ciência como ciência em ação.
A compreensão da natureza da ciência e das suas interações com a tecnologia e a sociedade .	As ciências são meios de produção de verdade, é preciso ter confiança nas instituições e respeitar a fragilidade científica.

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Nesta pesquisa, a análise foi realizada por meio da exploração de uma série de documentos produzidos durante o seu desenvolvimento, sendo as atividades desenvolvidas pelos estudantes e o diário de bordo da pesquisadora. Esses documentos apresentam dados e carregam referências e argumentações que precisam ser interpretados pelo pesquisador, procurando atribuir sentido ao fenômeno investigado. A análise da Sequência Didática e das categorias compõem o capítulo a seguir.

5 A ABORDAGEM CTSA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Neste capítulo, primeiramente, é realizada a descrição das atividades desenvolvidas nas três primeiras etapas da Sequência Didática. Em seguida, estão organizadas as análises preliminares dos dados da pesquisa, amparadas pela Análise de Conteúdo, para investigar em que medida houve contribuição da Sequência Didática para a abordagem das relações CTSA, de acordo com os princípios orientadores descritos por Pedretti (2003).

Alicerçados no objetivo da pesquisa, isto é, analisar a inserção da abordagem CTSA no desenvolvimento de uma Sequência Didática sobre a temática Mudanças Climáticas e as suas relações com a Termodinâmica, e apoiados na perspectiva da ciência em Ação de Bruno Latour, em uma turma de 2° no do Ensino Médio de uma escola pública na região metropolitana do município de Curitiba, este tópico esclarecerá detalhadamente os encaminhamentos das aulas que compõem as três primeiras etapas da SD.

A organização das aulas partiu da articulação entre os fundamentos teóricos sobre as ciências das Mudanças Climáticas e da educação CTSA, apontadas nos capítulos 2 e 3, concomitantemente explorado junto ao conteúdo específico de Termodinâmica da disciplina de Física. Pela amplitude da temática e dos conhecimentos específicos relacionados, a Sequência Didática foi estruturada em 10 aulas e em 5 semanas não consecutivas, ou seja, nas primeiras três etapas ocorreram encontros de 100 minutos e dois encontros na última etapa, com a duração de aproximadamente 50 minutos cada. Ademais, conforme já exposto no capítulo 4, cada encontro foi organizado por meio dos Três Momentos Pedagógicos referenciados por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011).

Assim, primeiramente faz-se uma descrição detalhada das etapas realizadas da Sequência Didática, conjuntamente aos relatos do diário de bordo da professora pesquisadora e trechos da fala dos estudantes, caracterizando episódios dos encontros.

5.1A COMPOSIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência está organizada em quatro etapas, sendo a primeira, a segunda e a terceira compostas por um encontro de 100 minutos cada uma delas, totalizando 2 horas-aula cada encontro. Enquanto a quarta etapa se constitui de 2 encontros de 50 minutos cada, perfazendo um total de 8 horas-aula durante toda sequência.

Cada etapa da Sequência Didática está indicada pela letra “E” seguida do número correspondente, sendo representadas então como E1, E2, E3 e E4. Garantindo a confidencialidade, sendo que as falas dos estudantes estão identificadas pela letra A, indo desde A1 até A25, já os grupos são identificados por G1 a G5, e o diário de bordo da professora pesquisadora como DB. Dessa forma, as falas dos estudantes em cada etapa estão identificadas como “E1A1”, ou seja, está indicando a fala do aluno 1 durante a etapa 1. Os conceitos abordados em cada etapa foram organizados da seguinte forma:

- **1ª ETAPA:** Contextualização das relações entre gases de efeito estufa (GEE) na Terra, aquecimento global, Mudanças Climáticas (MC) e política na ciência climática, conceituando o que são as interações entre homem, clima e atmosfera.
- **2ª ETAPA:** Discussão referente aos aspectos relacionados às máquinas térmicas na sociedade, abordando as tecnologias e destacando os pontos positivos e negativos tanto para a sociedade, quanto para o ambiente. Apresentação de alguns conhecimentos básicos do estudo dos motores presente em grande parte dos veículos.
- **3ª ETAPA:** Exposição dos conteúdos de Física associados ao estudo dos motores e experimento para incluir aspectos relacionados à Termodinâmica, como, a Lei zero, a 1ª lei da Termodinâmica e a 2ª lei da Termodinâmica.
- **4ª ETAPA:** Roda de conversa, utilizando incorporação referente aos pontos concordantes e discordantes da tecnologia, discutindo seus efeitos relacionados às MC e emissões de GEE, que foram os temas controversos expostos no primeiro momento, e as relações entre a Termodinâmica, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente de modo geral.

Para que haja uma compreensão crítica das Ciências, em especial da Física, é importante que o estudante abarque o conjunto semiótico científico e se aproprie dele, a fim de utilizar esse conhecimento de forma fluente e expressiva. A linguagem possui um papel essencial nessa questão. De acordo com (BACHELARD, 1972), existem obstáculos intrínsecos à aprendizagem, como os entraves epistemológicos, por exemplo. A linguagem também pode se apresentar como um dificultador, pois se o estudante não se adéqua à linguagem científica, ele não consegue compreender o discurso científico.

5.1.1 Etapa 1 - Mudanças Climáticas: O despertar para uma ciência em ação

A primeira etapa objetivou introduzir o estudo das relações entre gases de efeito estufa (GEE) na Terra, aquecimento global, Mudanças Climáticas (MC) e política na ciência climática. Nesse primeiro encontro, foi evidenciado quais são as interações entre homem, clima e atmosfera.

Ao iniciar a aula, para contextualizar a temática durante a problematização inicial, foi apresentado o artigo intitulado “A gênese da climatologia no Brasil: o despertar de uma ciência”, de João Lima Sant’Anna Neto, além de duas reportagens. A primeira é intitulada “Emissão de gases causadores do efeito estufa é recorde em 2018”, publicado pelo site G1, Jornal Nacional (GLOBO, 2018).

A segunda está intitulada “Dez anos depois, Protocolo de Kyoto falhou em reduzir emissões mundiais” (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019). Logo depois, foram propostas as seguintes questões: a) Você já ouviu falar sobre Mudança Climática? E sobre Aquecimento global? Quando e onde? b) Você saberia dizer quais são as causas das Mudanças Climáticas? c) O efeito estufa é algo maléfico? O que aconteceria se não existisse efeito estufa? Existe alguma relação entre o efeito estufa e a destruição da camada de ozônio? d) O Efeito Estufa é um fenômeno exclusivo de nosso planeta? e) Você considera o aumento da temperatura da Terra um processo natural ou causado pela ação humana? Por quê?

Essas questões visaram identificar as concepções prévias em relação aos temas descritos nos textos para motivá-los a reconhecerem as relações sociais e ambientais entre política e clima e para que compreendessem as interações entre homem e clima.

Segundo o diário de bordo da pesquisadora, ao realizar as perguntas todos os estudantes apresentaram um grande nível de participação e envolvimento. Contudo, destaca-se que os estudantes tiveram algumas dificuldades na leitura dos textos, em reconhecer nomenclaturas e símbolos da climatologia e também, em notar a dimensão sociopolítica em relação aos temas. Salienta-se, também, que os alunos demonstraram ter certa compreensão sobre o efeito estufa. Todavia, mostram-se um pouco duvidosos quanto ao entendimento científico do que sejam as Mudanças Climáticas, ou até mesmo o termo aquecimento global e efeito estufa.

Além disso, algumas expressões usadas pelos alunos são encontradas em notícias da mídia, podendo inferir que possuam uma apropriação superficial dos significados científicos implicados nessas expressões. Uma das dificuldades acarretadas por essas compreensões prévias corresponde à referência sobre as Mudanças Climáticas como algo inevitável e que foi acelerado pela ação humana.

Logo, a professora-pesquisadora se posicionou explicitando a educação CTSA, explicando que essa vertente envolve o estudo sistemático, a utilização de recursos e a consideração das necessidades humanas de longo prazo no esforço para manter um ambiente propício e sustentador da vida.

Na organização do conhecimento os estudantes elaboraram, individualmente, um texto dissertativo balizado nas seguintes questões: a) Como você avalia a relação entre homem e clima na história da ciência climática? b) Descreva sobre a relação entre o uso de veículos, combustíveis e o aumento da temperatura terrestre; c) Por que não foi possível o cumprimento das medidas que foram indicadas no protocolo de Kyoto?

Houve mediação da professora pesquisadora, relacionando os textos apresentados na problematização inicial. Essa atividade permitiu verificar que os estudantes articularam de forma significativa o conhecimento científico, quando utilizaram, como por exemplo, o reconhecimento de que na queima da gasolina ocorre a produção de novas substâncias, sendo uma delas o gás carbônico.

Vale ressaltar o fato de que quando os estudantes propuseram ações para conciliar desenvolvimento e Mudanças Climáticas, estão introduzindo elementos e termos que estão expostos com maior frequência na mídia, especificamente falando, a reciclagem do lixo e o uso de combustíveis alternativos.

Na aplicação do conhecimento, a discussão foi baseada na música “Chuva ácida”, de autoria do cantor Criolo. Os estudantes formaram cinco grupos e marcaram

trechos da música relacionando as interações entre homem e ambiente, consequências ambientais e sociais e ainda, as questões relacionadas à moderna sociedade capitalista e industrial.

Na sequência, a professora pesquisadora fez comentários sobre alguns momentos citados na música enfatizando o trecho "[...] eles ficam assim, olhando pra mim. Terceiro setor, vem que tem dimdim. Vendem a ideia de que são legais. Nadar de costas vai jacaré abraça!", explicitando a parte da controvérsia por trás do termo terceiro setor.

Diante do exposto, foi perceptível que os estudantes possuíam compreensões sobre a temática de Mudanças Climáticas ao apontarem trechos da música Chuva ácida, que acreditaram estar relacionado às discussões propostas nessa etapa.

Essas discussões sobre política e ciência mostraram-se eficientes no sentido de não abordar apenas questões tradicionais sobre a ciência ser uma boa ciência, mas também sobre quem se beneficia e quem perde.

5.1.2 Etapa 2 - As histórias tortuosas das Mudanças Climáticas: fatos e artefatos da ciência

O objetivo da segunda etapa envolveu aspectos relacionados às máquinas térmicas na sociedade e as tecnologias, destacando os pontos positivos e negativos tanto para a sociedade quanto ao ambiente, impactados por sua produção e usos. Essa etapa teve por finalidade também apontar como a tecnologia está inserida no dia a dia dos estudantes.

Problematização inicial: a aula foi iniciada com duas reportagens para dar ênfase à relação entre a Física e o desenvolvimento tecnológico, associar as diferentes tecnologias à emissão de GEE, e ainda, identificar o impacto de tecnologias na vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e no contexto social. A primeira reportagem utilizada foi “Interesses econômicos ainda ameaçam sucesso de conferência sobre clima” (THUSWOHL, 2015), e a segunda é intitulada “Emissão de gases de efeito estufa na atmosfera atingiu novo recorde em 2018, diz estudo” (GLOBO, 2019).

Os estudantes foram convidados a refletir sobre alguns questionamentos: a) Qual a questão que presentemente preocupa e como compatibilizar a diminuição dos

GEE com as relações de poder e interesses econômicos? b) Analisando os reflexos sociais, o que deve ser colocado em primeiro lugar?

Essas questões foram debatidas em diálogo e reflexões com a turma de um modo geral, com cada estudante sinalizando as situações políticas e interesses de grandes empresários e indústrias apresentadas nos textos.

Na mesma direção, os estudantes apresentaram o entendimento de como as Mudanças Climáticas estão presentes em seu cotidiano e as formas que o ser humano influencia nesse processo.

A organização do conhecimento dessa etapa foi dividida em duas fases:

Na fase 1, os estudantes foram convidados a assistir ao documentário “The Story of Stuff” (A história das coisas), apresentado por Annie Leonard, que mostra a extração, produção, comercialização e consumo de produtos, além do descarte de resíduos e embalagens. Ademais, mostrou como isso afeta a vida de comunidades em diversos países. Posteriormente, a professora pesquisadora enfatizou algumas questões e acrescentou alguns pontos importantes ao vídeo, complementando as discussões geradas na problematização inicial.

O vídeo foi dividido em trechos que abordavam aspectos relevantes para o debate pretendido nessa etapa da Sequência Didática. Destaca-se no Quadro 6 os momentos trabalhados no documentário:

Quadro 6 - Dados relevantes do vídeo abordado

Tempo (min)	O que aborda	Pontos a acrescentar
Início	Economia de materiais.	Avanços nos meios de transportes e comunicação.
1:50	Pessoas que possuem um maior poder de decisão.	Política.
2:48	Como a humanidade está explorando os recursos naturais.	Carência (ou escassez) de matéria prima.
7:25	A emissão de produtos químicos pelas fábricas é benéfica ou maléfica para aqueles que nelas trabalham?	Ecossistemas e economias locais, substâncias tóxicas.
10:53	Seta dourada / Coração do sistema (Compras).	Satisfação no consumo, difusão de culturas.
12:49	Obsolescência planejada e obsolescência perceptiva.	Consumo consciente.
17:00	Como é feito o descarte do lixo?	A reciclagem resolveria o problema? Desenvolvimento sustentável.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Sobre esse evento, foram destacados momentos em que os estudantes citaram aspectos científicos já estudados por eles. Foi percebida também uma preocupação dos discentes em relação ao consumismo exagerado, a maneira como a sociedade de consumo funciona e, por fim, as perspectivas desse sistema para o futuro do planeta. Logo depois, dois alunos iniciaram um debate sobre o papel do ser humano na transformação do ambiente, sem muito aprofundamento, contudo, fomentou reflexões sobre a utilização de elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar questões sociais e ambientais, bem como a associação dos conhecimentos e métodos científicos com a tecnologia do sistema produtivo e dos serviços

Na segunda fase da organização do conhecimento, foi realizada uma discussão baseada na música “Terceira do plural”, de autoria da banda Engenheiros do Havai. Os estudantes formaram cinco grupos e marcaram trechos da música que identificavam reflexões e discussões sobre consumo, impactos ambientais e críticas sobre propagandas da mídia para o consumo desenfreado dos produtos.

Na sequência, a professora pesquisadora fez comentários sobre alguns momentos citados na música e os articulou com o documentário. Os alunos compreenderam a crítica da música e sua relação com muitas questões trabalhadas no vídeo. Vale ressaltar, que apontamentos sobre política, que não foram muito explanadas pelos estudantes na etapa anterior da Sequência Didática, nessa fase foram bem evidentes.

A aplicação do conhecimento foi desenvolvida pela retomada de questões iniciais da aula, por meio de uma atividade que propunha a leitura de um artigo intitulado “Dossiê Clima – Mudanças Climáticas e o Brasil” (ARTAXO, 2014). Os estudantes fizeram um texto dissertativo/argumentativo relacionando as questões de consumo trabalhadas nas fases anteriores dessa etapa e o que elas acarretam para o clima e para as Mudanças Climáticas que são tratadas no artigo.

As falas dos estudantes tratam de posicionamentos frente às problematizações realizadas ao longo dos encontros da Sequência Didática. Consiste em situações em que se percebeu uma criticidade diante das situações que demandam autonomia e participação social.

Durante as aulas, alguns estudantes argumentaram sobre ações que podem ser realizadas individualmente para desacelerar as Mudanças Climáticas e suas implicações negativas.

5.1.3 Etapa 3 - Termodinâmica e as Mudanças Climáticas em andamento

Dando continuidade às discussões da etapa anterior, essa aula teve como intencionalidade caracterizar as leis da Termodinâmica, máquinas térmicas e ciclo de Carnot para enfatizar os conteúdos de Física e a sua relação com as Mudanças Climáticas. No primeiro momento, foram trabalhados os conteúdos de conversão de calor em trabalho, princípio de conservação de energia e rendimento de uma máquina térmica. Em seguida, foram abordados temas como ciclo de Carnot, rendimento de uma máquina térmica e a segunda lei da Termodinâmica e, por fim, discutiu-se o conceito de entropia.

Na problematização inicial a professora pesquisadora, em uma aula expositiva e dialogada, montou um experimento chamado de Fonte de Heron, enfatizando conceitos básicos da Termodinâmica. A partir do experimento do inventor grego Heron (século I d.C.) que produziu um dispositivo que mostrava que o calor era uma forma de energia, foi abordada a explicação histórica sobre calor, bem como sobre a construção dos conhecimentos relacionados à Termodinâmica.

Assim que a professora executou a montagem e operação do experimento, foi apresentado aos estudantes algumas afirmativas juntamente à incumbência de julgar se eram falsas ou verdadeiras. No Quadro 7, a seguir, apresentam-se as afirmativas e as respostas dos estudantes.

Quadro 7 - Respostas dos estudantes em relação às afirmativas do experimento

AFIRMATIVAS	Nº DE RESPOSTAS VERDADEIRAS	Nº DE RESPOSTAS FALSAS
1) A água que verte na pia é resultante da câmara B.	05	20
2) As pressões do ar nas câmaras A e B são iguais durante o desempenho da fonte.	18	07
3) A água para de verter quando o nível da água da câmara B alcança a entrada do tubo de vidro que liga a câmara A.	10	15
4) Se o tubo de vidro pelo qual a água verte se prolongasse para uma altura superior ao tamanho da fonte, então a água poderia subir pelo seu interior até uma altura paralela ao triplo do comprimento total da fonte.	07	12
5) A energia que garante o desempenho da fonte deriva do campo gravitacional terrestre.	22	03

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

De modo geral, a maioria dos estudantes relataram as respostas certas para as afirmativas. Demonstraram interesse na montagem e execução do experimento, uma vez que existe certa carência de experiências ilustrativas, particularmente em

hidrostática. Sendo assim, o experimento de Heron foi uma exemplificação para os princípios fundamentais da Termodinâmica que norteiam, especificadamente nesse caso, o funcionamento das máquinas térmicas para análise dessa fase da etapa. Os estudantes perceberam que o sistema representava o funcionamento de uma máquina térmica, relacionando a água dentro da lata que estava absorvendo o calor da vela e que o vapor forçava a lata a girar, produzindo energia mecânica.

A organização do conhecimento foi dividida em três fases:

Na primeira fase foi introduzido o conteúdo da disciplina de Física referente ao princípio de conservação de energia (1ª lei da Termodinâmica). O objetivo dessa fase foi entender a relação do princípio da conservação de energia com a primeira lei da Termodinâmica.

A professora pesquisadora utilizou o livro didático adotado pelo colégio e em uma aula expositiva discutiu, utilizando a lousa, o princípio de conservação de energia e o balanço de energia a partir de um exemplo formado por um cilindro contendo um gás ideal e provido de um êmbolo.

Os estudantes foram orientados a calcular o balanço da energia no interior do cilindro, aplicando o princípio de conservação de energia por meio do exemplo explicitado, no quadro, pela professora. Cada aluno desenvolveu os cálculos individualmente em seu próprio caderno. Em seguida, foram lembrados os conceitos de máquinas térmicas, ciclo de Carnot e rendimento de uma máquina térmica para iniciar a fase dois da aula.

Posteriormente, na fase dois, o objetivo foi identificar o princípio da impossibilidade de uma máquina térmica e compreender a operação em ciclos de uma máquina térmica (sua conversão de 100% de energia térmica em energia mecânica). Foi apresentado um esquema referente ao funcionamento de uma máquina térmica com o intuito de explicitar o conceito do ciclo de Carnot e rendimento da máquina. A professora pesquisadora indagou algumas questões para os estudantes responderem: a) O que se pode dizer sobre o rendimento da máquina térmica? b) Qual o valor do seu rendimento? c) Calcule a temperatura dois representada no exemplo.

Logo depois, foram discutidas algumas situações, como por exemplo, a impossibilidade de se construir uma máquina térmica que opere em ciclos e que - converta todo o calor que recebe em trabalho, enunciando, nesse caso, a segunda lei da Termodinâmica.

Por fim, na fase 3 foi abordado o conceito de entropia, além de explanar a tendência da diminuição de energia térmica disponível de um sistema termodinâmico. Primeiramente, a professora pesquisadora explicou o conceito de entropia, logo após os estudantes foram divididos em grupos para responder algumas questões: a) se num sistema tivermos apenas um recipiente de água quente encostado em outro de água fria, é possível produzir trabalho a partir deles? Como? b) mantendo os dois recipientes em contato, depois de algum tempo o que se pode esperar que ocorra, de acordo com os conhecimentos da Termodinâmica? c) diminuiu ou aumentou a quantidade de energia do sistema? O que se pode afirmar referente à quantidade de energia disponível, ou seja, da entropia do sistema?

Na aplicação do conhecimento foram desenvolvidos exercícios referentes a balanço de energia, rendimento da máquina térmica e entropia. Ainda em grupos, os estudantes resolveram algumas questões sobre os conceitos trabalhados.

5.1.4 Etapa 4 - Tribunais da razão e ciência em ação: A vulnerabilidade da sociedade atual

Essa etapa foi adaptada para o momento remoto devido à pandemia da Covid-19. Na rede estadual de ensino do Paraná as aulas EaD são transmitidas simultaneamente em três canais de comunicação: TV aberta, YouTube e Aplicativo Aula Paraná. Além disso, os alunos e professores podem interagir via chat, atividades, avaliações e materiais complementares por meio dos aplicativos Aula Paraná e Google Classroom.

Ainda que seja uma solução interessante para aproximar alunos e professores, o ensino remoto emergencial coloca luz sobre a desigualdade de acesso às tecnologias de comunicação e informação dos nossos estudantes oriundos da escola pública, e esse fator foi um agravante no desenvolvimento dessa etapa da pesquisa.

O objetivo nessa etapa foi então incorporar aspectos referentes aos pontos concordantes e discordantes da tecnologia, discutindo seus efeitos relacionados às MC e emissões de GEE que foram os temas controversos expostos no primeiro momento e as relações entre Termodinâmica, Mudanças Climáticas e a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente de modo a instigar o senso crítico, a participação e a reflexão dos estudantes nessa perspectiva e retomar os indicadores de todas as atividades realizadas durante as etapas anteriores da Sequência Didática.

Primeiramente, a professora pesquisadora utilizou o material disponibilizado pela A Secretaria de Estado da Educação e do Esporte (SEED) na plataforma Aula Paraná e Google Classroom referente ao conteúdo de Termodinâmica como slides e videoaulas para elencar os aspectos das relações CTSA com a Termodinâmica, presentes agora nesse contexto virtual ao qual estamos inseridos.

Em seguida, a professora pesquisadora disponibilizou na plataforma duas reportagens, a primeira intitulada “Governo brasileiro participa de reunião com negacionistas do clima”, publicada no site do UOL a segunda foi “Tese do aquecimento global é frágil, afirma meteorologista Luiz Molion”, encontrada no site da Agência do Senado, no dia 28 de maio de 2019, para evidenciar os posicionamentos concordantes e discordantes acerca das MC.

Posteriormente, a professora realizou um encontro virtual via Google Meet, no qual houve a participação de apenas três estudantes com a finalidade de refletirem sobre as opiniões dos posicionamentos concordantes e discordantes das reportagens. Infelizmente, essa nova modalidade EaD não é acessível a muitos estudantes, ou seja, poucos conseguiram participar desse encontro virtual por vários motivos, como por exemplo, os que estavam sem acesso à internet, sem celular ou computador, entre outras situações.

Os estudantes passaram a perceber e citaram algumas questões que ouviram na mídia (televisão, um deles disse especificadamente) relativas as MC e à Covid-19, articulando a relação da diminuição de emissões de gases com a queda nas atividades econômicas. Por conta da quarentena os estudantes estão muito mais tempo em casa, assistindo televisão e acessando a internet, vendo notícias sobre esses e outros temas atuais.

Também citaram aspectos políticos mencionados nas reportagens, indicando percepções que apontam para a falta de apoio político de alguns países para conter o aquecimento global.

Em seguida, a professora postou na plataforma o vídeo com a entrevista do climatologista Carlos Nobre, programa Roda Viva realizado no dia 28 de outubro de 2019. No vídeo o climatologista chama a atenção para a oportunidade de se desenvolver um novo paradigma sustentável, além de mostrar como a utilização da ciência e das tecnologias avançadas podem salvar a floresta, proteger os ecossistemas amazônicos, os povos indígenas e as populações tradicionais.

O vídeo não foi trabalhado na íntegra, e sim, em trechos que abordam alguns aspectos relevantes. No quadro a seguir podemos verificar esses trechos e o que foi enfatizado:

Quadro 8 - Dados relevantes do vídeo abordado

Tempo (min)	O que aborda	Pontos a enfatizar
Início	Vazamento de óleo no Nordeste.	Imagem do Brasil no exterior em relação ao meio ambiente.
6:27	Protocolo de Kyoto.	Emissões de GEE aumentaram, comunicação dos cientistas na mídia (concordantes e discordantes).
21:00	Taxa anual de desmatamento na Amazônia.	Pessimismo dos cientistas.
32:21	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.	Desmatamento em maior patamar nos últimos 10 anos.
40:00	Modelo econômico da Petrobrás.	Carbono, Pré-sal, hidrelétricas.
47:00	Soberania Nacional.	Agronegócio
58:00	Impactos na saúde.	Políticas voltadas para a saúde.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Logo após, realizamos uma roda de conversa virtual via Meet, e nesse encontro contamos com a participação de cinco alunos. Nesse momento os estudantes expuseram seus pensamentos e argumentações referentes ao que foi retratado nos textos e no vídeo e as relações de todo o processo da Sequência Didática, bem como todas as etapas realizadas.

Destacam-se algumas falas dos estudantes a respeito dos efeitos sobre a natureza, contendo respostas que indicam que o fenômeno das MC produz importantes efeitos sobre a natureza. Também comentaram sobre iniciativas para solucionar o “problema”, com respostas que apontam certo nível de preocupação com diferentes aspectos que possam amenizar ou reverter o quadro atual de degradações da natureza.

Houve citações com ênfase na exploração da mídia sobre esses temas, foram reflexões que apontaram uma compreensão mais crítica sobre os discursos produzidos na imprensa que versam sobre o assunto.

Por fim, em relação as causas e efeitos das MC há uma resposta na qual um estudante indica uma grande preocupação com as causas associadas às MC: ele

destaca o fato de que o tema é controverso e que não há um consenso na comunidade científica em relação a determinados assuntos diretamente relacionados aos fenômenos climáticos.

No próximo item, o corpus da pesquisa, as falas, respostas dos questionamentos e as produções textuais dos estudantes são analisadas a partir das categorias de Análise de Conteúdo oriundas dos princípios orientadores de Pedretti em relação a Educação CTSA e as concepções de Latour acerca da ciência. Serão realizadas algumas descrições com excertos para caracterizar as categorias de análise, além de algumas descrições das atividades desenvolvidas para indicar o envolvimento dos alunos, a profundidade alcançada nas discussões realizadas e como a proposta tomou forma no contexto da sala de aula.

6 A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS PRINCÍPIOS ORIENTADORES DA EDUCAÇÃO CTSA

Seguindo os encaminhamentos metodológicos, os princípios orientadores da educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente foram ancoradas nas perspectivas teóricas de Latour (2004) e Pedretti (2003), as categorias para as análises das abordagens CTSA, presentes na Sequência Didática, foram a) Desenvolvimento Sustentável do Planeta: a complexidade dos efeitos da degradação ambiental; b) Tomada de Decisão sobre Ciência e Tecnologia: as preocupações de chefes de Estado e ecologistas; c) Raciocínio moral e ético acerca da/sobre ciência; como as teorias são construídas.; d) Compreensão e discussão da extensão política da/sobre ciência: metade da nossa política é feita nas ciências; e) Desenvolvimento Científico e Tecnológico: respeito aos diversos saberes; f) Transformação da Sociedade: mostrar a ciência como ciência em ação e; g) Natureza da Ciência: as ciências são meios de produção de verdade.

É importante salientar que como se trata de uma situação de sala de aula e desenvolvida por meio de uma intervenção específica, quando se assinalam as possibilidades para a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente não quer dizer que seu potencial se restrinja às categorias mencionadas ou que estejam desvinculadas das demais aulas.

No Quadro 9, são apresentados os dados constituídos ao longo das quatro etapas realizadas desta pesquisa e seus participantes.

Quadro 9 - Dados da pesquisa

Corpus da pesquisa	Sujeitos da Pesquisa
5 diários de bordo (DB)	1 professora pesquisadora
87 atividades avaliativas	25 alunos do 2º A
5 gravações de videoaula	

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Em cada categoria foram organizadas as falas e recortes das atividades dos estudantes correspondentes a seu escopo, articulando com fundamentos teóricos da Educação CTSA, discutidas nos tópicos a seguir.

Desenvolvimento sustentável do planeta: a complexidade dos efeitos da degradação ambiental

A educação CTSA envolve o estudo sistemático, a utilização de recursos e a consideração das necessidades humanas de longo prazo no esforço para manter um ambiente propício e sustentador da vida.

Diante do exposto, foi perceptível que os estudantes possuíam compreensões sobre a temática de Mudanças Climáticas ao apontarem trechos da música “Terceira do Plural”, que eles acreditaram estar relacionada às discussões propostas na etapa 1:

A chuva espalhando, todos os mares
 Aí aí, uiui (uiuiuiui), aí como isso arde
É bateria de celular, césio, similares
A peste invisível maculando os ares
Mercúrio nos rios, diesel nos mares
O solo estéril, é já fizeram sua parte
 Uuh ó e salvem o planeta
É papelzinho de bala no chão tio é muita treta. (E1G2).

Esse trecho da música aborda fatores relacionados ao desenvolvimento tecnológico que afetam diretamente o desenvolvimento sustentável do planeta. Percebe-se assim, que os estudantes relacionaram a letra da música aos assuntos debatidos e à temática das Mudanças Climáticas

Na mesma direção, os alunos apresentaram o entendimento de como as Mudanças Climáticas estão presentes em seu cotidiano e como o ser humano influencia nesse processo.

Sentimos o ar poluído e o clima abafado por causa da poluição e a acumulação de calor que são provocadas pela emissão de gases poluentes que acontece por causa de várias atividades do homem. **Esses gases são jogados na atmosfera quando qualquer coisa é produzida, quando nos movimentamos pela rua**, ou seja, toda vez que consumimos alguma coisa. Isso é o que chamamos de efeito estufa, que aumenta a temperatura da Terra, isso são as mudanças climáticas também. (E2A1).

Percebe-se na expressão do estudante um entendimento em relação à ação antrópica do ser humano no ambiente e como a mídia interfere nesse processo, conforme disserta Dispensa e Brulle (2003), quando indicam que existem coligações dominantes que desempenham liderança moral e/ou cultural sustentando uma

situação em que os seus interesses são aceitos como interesses comuns, e para os quais a mídia serviria como uma significativa reprodutora dessa hegemonia.

Ademais, foi percebido nas falas dos estudantes apontamentos sobre formas de superação do cenário das Mudanças Climáticas:

O que podemos fazer para suavizar as mudanças climáticas é **diminuir a poluição nos rios, praias... as usinas utilizarem para produção de energia elétrica os rios, ventos e energia solar e plantar árvores.** (E1A20).

Podemos **substituir o uso da gasolina normal pelo biodiesel** que possui menor quantidade de enxofre. (E1A6).

Uma das alternativas seria a **plantação de árvores, reciclagem do lixo, diminuição da poluição do ar, do mar, do meio ambiente.** Também o uso de **combustíveis alternativos, a diminuição do desmatamento e das queimadas e a fabricação de energia através da água.** (E1A1).

Nessas falas é possível perceber a necessidade de se trabalhar o desenvolvimento sustentável no contexto escolar. Essa percepção, possibilitada por meio da problematização da realidade, vai ao encontro das discussões de SANTOS (2007), que argumenta sobre a necessidade de formação de sujeitos capazes de compreender os impactos sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico, buscando alternativas sustentáveis para melhoria da situação.

Nessa perspectiva, podemos notar na resposta do estudante a presença de preocupações relacionadas às interferências do homem na natureza. A fala a seguir exemplifica esse ponto de vista:

Mudança Climática ou qualquer outro assunto relacionado ao clima chama a atenção por deixar em dúvida se **vai ter continuidade da vida no nosso planeta, ou se as próximas gerações vão se readaptar principalmente as mudanças no clima e as consequências disto.** (E4A2).

Em tempos atuais, essa necessidade se faz urgente devido, também, à pandemia da Covid-19 que o mundo está atravessando, num “jejum forçado”, como reiterou Latour em recente artigo publicado no Le Monde, em 25 de março de 2020³:

³ Entrevista disponível no site: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/597499-a-crise-sanitaria-incita-a-nos-preparar-para-as-mudancas-climaticas-artigo-de-bruno-latour>. Acesso em: 29 set. 2020.

Pela primeira vez em anos, milhões de pessoas, confinadas em suas casas, encontram esse luxo esquecido: tempo para refletir e discernir o que geralmente as faz agitar-se desnecessariamente em todas as direções. Respeitemos esse longo jejum imprevisto. (LATOURE, 2020, n.p).

Para o sociólogo, esse período em que estamos todos reclusos em nossas residências pode ser considerado uma boa oportunidade para pensarmos o que é importante e o que é “insignificante” em termos de solidariedade planetária, e de acordo com nosso entendimento, servirá também para auxiliar os debates em torno das questões climáticas, sempre necessárias em sala de aula.

Tomada de Decisão sobre Ciência e Tecnologia: as preocupações de chefes de Estado e ecologistas

Esse princípio orientador inclui um entendimento claro de como as decisões são feitas nos níveis de governo local, regional e nacional e nos setores privados e industriais e também a apreensão dos processos de tomada de decisão a nível governamental e empresarial (PEDRETTI, 2003; LATOUR, 2020).

A categoria de tomada de decisão reúne falas dos estudantes que tratam de posicionamentos frente às problematizações realizadas ao longo dos encontros da Sequência Didática. Trata-se de situações em que se percebeu uma criticidade em frente às situações que demandam autonomia e participação social.

Durante as aulas, alguns estudantes argumentaram sobre ações que podem ser realizadas individualmente para desacelerar as Mudanças Climáticas e suas implicações negativas.

No dia a dia podemos fazer pequenas coisas e cada um de nós pode transformar a realidade. Se procurarmos **saber de onde vem os produtos que compramos e comprarmos da nossa região**, eles chegam mais rápido e frescos nos lugares por andarem menos tempo de caminhão, são mais baratos e geram menos emissão de gases. (E2A15).

Se usássemos os carros com consciência, utilizando apenas quando fosse extremamente necessário em que não se pudesse andar de ônibus ou fazer o caminho a pé ou de bicicleta. Isso ajudaria o ambiente e uma vida mais saudável. **Pegar carona com os amigos aquelas “caronas solidárias”.** Isso faria ter menos trânsito, menos poluição e diminuiria as mudanças climáticas. (E2A22).

A queima de combustíveis fósseis é a principal responsável pela maior parte da emissão de CO2 que se concentra na atmosfera. Além disso, muitos deles consideraram que essa emissão antropogênica é a principal responsável pela ocorrência do fenômeno do Aquecimento Global. (E3A7).

Essas posturas apresentadas ao longo das discussões correspondem aos objetivos da educação CTSA, ou seja, de propiciar espaços formativos para que os sujeitos reconheçam seu papel social mediante situações reais, que demandam um posicionamento e ações para a superação do problema (PEDRETTI, 2003).

Durante a etapa 2, uma estudante argumentou com seus colegas, de forma clara e objetiva, seu ponto de vista a respeito do documentário “A história das coisas”:

Esse vídeo retrata bem o papel intenso que a mídia tem sobre o nosso padrão de consumo e como nossas relações estão muito ligadas à economia, esses negócios de mercado, consumidor e tals... **é assustador pensar sobre isso de forma consciente, nós consumimos muito mais coisas do que realmente precisamos.** (E2A9).

Nessa fala, pode-se perceber a compreensão dos processos de tomada de decisão da estudante e a sua percepção de que os cidadãos necessitam estar conscientes para uma ação responsável na transformação da sociedade. Ainda, destaca o poder da mídia e suas imposições acerca dos estereótipos de beleza, de educação, de cultura e de justiça, por exemplo.

Contudo, há que se salientar que as tomadas de decisões que impactam na vida da coletividade perpassam pelas decisões dos nossos governantes, que também precisam ouvir os ecologistas e ambientalistas no que tange à conscientização e mudança de posturas que causam impactos ambientais. É o que Latour retrata quando menciona a crise sanitária por conta da Covid-19:

[..] como um ensaio geral para a próxima crise, aquela em que a reorientação das condições de vida se apresentará a todos e para todos os detalhes da vida cotidiana que teremos que aprender a selecionar com cuidado. Suponho, como muitos, que a crise sanitária nos prepara, induz e incita a se preparar para as mudanças climáticas. Ainda é necessário testar esta hipótese. (2020, n.p.).

Ao se posicionar diante do contexto da pandemia, Latour (2020) dá a entender que em comparação com as fomes (falta de alimentos) passadas ou à atual crise climática, as pandemias não são mais um fenômeno "natural". Por muito tempo a sociedade não está mais dentro da faixa estreita dos limites sociais.

Raciocínio moral e ético acerca da/sobre ciência: como as teorias são construídas

Segundo Pedretti (2003), a educação CTSA busca reunir os valores educacionais ao do trabalho científico, afastando-se da percepção da ciência neutra, considerando princípios morais e éticos. Ainda nessa direção, essa compreensão está estreitamente relacionada à política da ciência.

As mudanças climáticas iriam ocorrer de qualquer forma, **mas nós com os nossos hábitos errados antecipamos esse processo**. O efeito estufa é o principal causador do aquecimento global. (E1A3).

Num universo de horrores, tuberculose
Câncer, tumores, chagas que a prata não repara
Vidas cujo o respeito, não viram nada
O homem sendo a imagem da besta
Crack é fichinha, estão destruindo o planeta. (E1G5).

Os episódios acima são bem representativos dessa categoria, uma vez que os estudantes se conscientizaram da necessidade de transformar a realidade, posicionando-se conforme citam elementos capazes de proporcionar mudanças.

Na verdade, há na literatura especializada algumas importantes controvérsias sobre o fato entre as ações humanas sobre as causas das Mudanças Climáticas recentemente observadas. Como pode ser notado no excerto a seguir, um dos estudantes apontou essa característica como um fato que lhe chama muito a atenção:

Existe uma grande quantidade de teorias para explicar as Mudanças Climáticas, suas causas e efeitos. Não sei se isso é por conta de muitas pesquisas ou somente especulações, mas acho interessante como vários conceitos que se cruzam, isso se torna algo muito interessante de ser estudado e discutido em sala. (E4A3).

Na etapa 2, foi realizada uma discussão baseada na música “Terceira do plural”, de autoria da banda Engenheiros do Havaí. Os estudantes formaram cinco grupos e marcaram trechos da música que identificaram reflexões e discussões sobre consumo, impactos ambientais e críticas sobre propagandas da mídia para o consumo desenfreado dos produtos.

Na sequência, a professora pesquisadora fez comentários sobre alguns momentos citados na música e os articulou com o documentário “A história das coisas”. Os alunos compreenderam a crítica da música e a relação entre muitas

questões no vídeo. Vale ressaltar, que os apontamentos sobre política, que não foram muito explanadas pelos estudantes na etapa anterior da Sequência Didática, nessa etapa foram bem evidentes.

O que o cara quis dizer com a parte.... **“Quem mente antes diz a verdade?”** (E2A23).

Como os políticos fazem, repetem uma mentira várias vezes até você **acreditar** e se **convencer** que é verdade. (E2A5).

Nesse recorte, um estudante questiona sobre um trecho da música proposta para discussão e outra aluna responde prontamente, apontando a relação com práticas de alguns políticos que buscam manipular a população com base em verdades impostas.

Nesse sentido, Latour e Woolgar (1997, p.80) defendem a teoria de uma natureza socialmente construída dos fatos científicos, pois “metade de nossa política é Ciência e Tecnologia”. A outra metade da natureza é criada pela sociedade. Se combinarmos os dois juntos, a política renascerá e se não tentarmos mudar a forma dos parlamentares verem a ciência, não conseguiremos absorver outras culturas, e talvez nunca poderemos acolher um ambiente fora do nosso controle. Temos a responsabilidade de mudar a maneira como mudamos.

Compreensão e discussão da extensão política da/sobre ciência: metade da nossa política é feita nas ciências

Um currículo CTSA inclui discussões sobre política e ciência. A educação CTSA não aborda apenas questões tradicionais sobre a ciência ser uma boa ciência, mas também sobre quem se beneficia e quem perde.

Peixes mutantes invadindo o congresso
Vomitando poluentes com o **logotipo impresso "B" e "R"**, quem é do mangue não esquece. (E1G1).

Vender...comprar...vedar os olhos
Jogar a rede contra a parede
Querem te deixar com sede
Não querem nos deixar pensar. (E2G1).

Corrida pra vender os carros
Pneu, cerveja e gasolina
Cabeça pra usar boné

E professar a fé de quem patrocina. (E2G4).

Na etapa 1, a professora pesquisadora fez comentários sobre alguns momentos citados na música “Chuva ácida” enfatizando o trecho “[...] eles ficam assim, olhando pra mim. Terceiro setor, vem que tem dimdim. Vendem a ideia de que são legais”, explicitando a parte da controvérsia por trás do termo terceiro setor. Ao término dessa etapa, os alunos comentaram sobre o posicionamento político e social do músico e a relação com a sala de aula, conforme destacado por A11: “Sempre escuto Criolo e gosto do que ele fala dos jovens da favela, mas na aula de Física? Na escola? Nunca imaginei!”

Eles **querem te vender, eles querem te comprar**
 Querem te **matar de rir**...querem te **fazer chorar**
Quem são eles?
 Quem eles pensam que são? (E2G3).

Na etapa 2, os estudantes foram convidados a refletir sobre alguns questionamentos, relacionando as reportagens ao conteúdo de Física e o desenvolvimento tecnológico, além de associarem as diferentes tecnologias à emissão de GEE, e ainda identificaram o impacto de tecnologias na vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e no contexto social a partir de algumas questões, sendo elas: a) qual a questão preocupante hoje em dia e como compatibilizar a diminuição dos GEE com as relações de poder e interesses econômicos? b) analisando os reflexos sociais, o que deve ser colocado em primeiro lugar?

Essas questões foram debatidas em diálogo e reflexões com a turma de um modo geral, com cada estudante sinalizando as situações políticas e interesses de grandes empresários e indústrias apresentadas nos textos.

Deveria existir um **engajamento, além de participação e diálogo entre o governo e suas instâncias**. Também iniciativas **políticas governamentais** em relação a mudança do clima. (E2A12).

Com o aumento da temperatura do planeta, muitas mudanças podem acontecer atingindo negativamente a vida no planeta, como períodos longos de seca, escassez de água, aparecimento de bactérias mais resistentes e danosas. **Isso vai atingir diretamente os mais pobres**. (E2A06).

O assunto tem ganhado destaque ultimamente em vários segmentos informativos como jornais, internet e principalmente pela mídia (...). Apesar termos acesso à internet e aos jornais, **a maior parte das informações**

sobre o assunto ainda vem da mídia e sabemos que ela é manipulada pelos políticos. (E4A3).

Os episódios acima são bem característicos dessa categoria, uma vez que os estudantes se conscientizaram de que a ciência pode ser benéfica ou maléfica, para quem e como ela interfere na realidade social que eles estão inseridos, conforme citam elementos capazes de proporcionar essa percepção.

Outros estudantes ressaltaram, na etapa 3, a importância de se abordar alguns efeitos das MC sobre a sociedade. Essa é, em nossa opinião, uma perspectiva mais abrangente do trabalho do professor de Física, sobretudo ao lidar com questões de natureza econômica, política e ambiental.

Um aluno considerou relevante que a professora pesquisadora trabalhou com aspectos diretamente relacionados com a temática ambiental, sobretudo a discussão que envolve a preservação ambiental e para salientar a sua opinião, argumentou:

Acredito que o **fenômeno Efeito Estufa** e, por decorrência, **as MC devem ser tratados por professores de Física** tanto pelo ponto de vista da Física quanto pelo ponto de vista da **preservação ambiental**. (E3A17).

Nessa perspectiva, para Latour (2004) a divisão entre natureza e sociedade advém da “coletividade” ou do “Terceiro Estado”, que são “composto [s] tanto por humanos como por não-humanos, interagindo a partir de redes híbridas e sociotécnicas. No interior dessas redes de interação, entre humanos e não-humanos, os cientistas não passam de mediadores” (MITRE, 2016, p. 189).

Ao apontar a farsa por detrás de tentativas de utilizar o discurso da objetividade científica, para evitar a deliberação política, a sociologia do conhecimento científico mantém a barreira ontológica entre sujeitos (humanos) e objetos (não-humanos), típica de uma visão pré-moderna do mundo (MITRE, 2016, p. 189).

Desenvolvimento Científico e Tecnológico: respeito aos diversos saberes

No primeiro contato com a categoria desenvolvimento científico e tecnológico foi possível analisar que a maioria dos estudantes apresentaram certo desconforto quando indagados sobre a relação do contexto científico e tecnológico com a sociedade, demonstrando que a questão social do desenvolvimento científico e

tecnológico nem sempre é pensada ou está presente em sua realidade, o que foi explorado ao longo das atividades.

Corroborando com essa realidade, Pedretti (2003) aponta que a educação CTSA permite às pessoas exercitar habilidades intelectuais e éticas na determinação de prós e contras de qualquer desenvolvimento científico e tecnológico, para assim examinar os potenciais benefícios e custos e reconhecer que as forças políticas e sociais subjacentes impulsionam o desenvolvimento e redistribuição do conhecimento e artefatos científicos e tecnológicos.

Desse modo, podemos perceber essa categoria nas seguintes expressões:

O **gás carbônico é produzido por queimadas**, as usinas de energia que por meios de transportes **usam combustível como o petróleo**. (E1A8).

Nesse caso o calor flui da água quente para a fria, o sistema não se altera, mas a energia diminuiu, ou seja, **diminui a energia disponível e aumenta a entropia**. (E3A19).

Corrida contra o relógio

Silicone contra a gravidade

Dedo no gatilho, velocidade

Quem mente antes diz a verdade

Satisfação garantida

Obsolescência programada

Eles ganham a corrida antes mesmo da largada. (E2G2).

Corrida pra **vender cigarro**

Cigarro pra **vender remédio**

Remédio pra curar a tosse

Tossir, cuspir, jogar pra fora. (E2G5).

Ao longo da discussão os estudantes desconstruíram algumas concepções reducionistas em relação à tecnologia, como o caso do trecho destacado pelo G5, que apresenta as consequências do desenvolvimento tecnológico na saúde da sociedade. Isso demonstra uma ampliação no entendimento sobre as dimensões associadas à tecnologia, indo ao encontro do que Domiciano (2019, p.112) discute ao apontar que “atualmente tudo que nos cerca está de alguma forma associado a tecnologia, tornando-a inseparável da vida na sociedade”, sendo uma tarefa quase impossível reduzi-la a artefatos e técnicas para compreender a sua complexidade.

Na roda de conversa da etapa 4 também observamos que alguns estudantes destacaram possíveis soluções para reverter o problema das Mudanças Climáticas. Verificamos que em suas argumentações citaram que os efeitos das MC podem vir a ser revertidos mediante soluções tecnológicas. Essa análise pode ser observada na fala abaixo:

Vi em um site sobre tecnologias que podem driblar o aquecimento da Terra, eram apenas ideias a serem testadas. Acho interessante ver que existem pessoas tentando fazer o uso de tecnologia que já existe, e outras criando novas, para a solução desse problema. (E4A4).

[...] **uma máquina térmica opera em ciclos entre duas fontes de temperaturas diferentes, retirando calor da fonte quente, aí transforma um pouco em trabalho (energia mecânica)** e transfere um pouco de calor pra fonte fria. [...] mas é impossível construir uma máquina que transforme todo o calor que recebe em trabalho. (E3A22).

Em vários estudos científicos Latour objetivou a pesquisa voltada para a análise da relação entre “Ciência e Tecnologia”. Schor, citando vários trabalhos do autor, reverbera que:

Para Latour, a proposta do ECT é complementada pela ANT, que tem, como foco, o movimento na rede sócio-técnica [...] do processo de interação entre os objetos técnicos, a ciência e a sociedade. E é essa capacidade de concentrar-se nesse movimento que permite considerá-los de maneira integrada, levando em conta que os atores sabem o que fazem e que o pesquisador deve apreender, não só o que eles fazem, mas também como e por que [...]. (2007, p. 349).

Para Schor (2007, p. 343), tem se questionado muito a vertente de se acreditar que os cientistas são as únicas vozes na tomada de decisão em se tratando de desenvolvimento tecnológico, o qual implica “controle e transformação da natureza”.

Transformação da Sociedade: mostrar a ciência como ciência em ação

Conforme Pedretti (2003), a transformação da sociedade é um processo de formação dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade. Esses aspectos indicam a influência da Ciência e da Tecnologia na sociedade.

O número de nascimentos tem relação também, porque **o aumento da população faz com que o consumo seja maior** (E1A12).

O que assusta é **a exploração intensa da mídia com informações que nem sempre são confiáveis**. Isso é um grande problema, pois muitas pessoas tomam a notícia que veem como verdade absoluta e se esquecem de checar em fontes confiáveis, as *fake News*. (E4A5).

O homem sendo a imagem da besta
Crack é fichinha, estão destruindo o planeta
Em breve nascerão vacas sem tetas

Nos cafezais, milharais, **a praga dominando a colheita**
A água que é pouca sumirá totalmente
 Suas sacolas de dinheiro
 Não comprarão só copo de aguardente
Porque destruíram a cana, que adoça os doces
 Que adoça o amargo da vida. (E1G3).

Num universo de horrores, tuberculose
Câncer, tumores, chagas que a prata não repara
 Vidas cujo o respeito, não viram nada
 O homem sendo a imagem da besta
 Crack é fichinha, estão destruindo o planeta (E1G5).

Durante a etapa 01, os estudantes elaboraram, individualmente, um texto dissertativo balizado nas seguintes questões: a) Como você avalia a relação entre homem e clima na história da ciência climática? b) Descreva sobre a relação entre o uso de veículos, combustíveis e o aumento da temperatura terrestre c) Por que não foi possível o cumprimento das medidas que foram indicadas no Protocolo de Kyoto?

Essas questões estão relacionadas com aspectos da transformação da sociedade, de acordo com Pedretti (2003) que consiste em ações de *empowerment* dos cidadãos, corroborando com as mudanças pessoais e sociais, além de impulsioná-los para uma atuação responsável na sociedade.

Essa atividade permitiu verificar que os estudantes articularam de forma significativa o conhecimento científico quando utilizaram, por exemplo, o reconhecimento de que na queima da gasolina ocorre a produção de novas substâncias, sendo uma delas o gás carbônico.

Vale ressaltar o fato de que quando os estudantes propuseram ações para conciliar desenvolvimento e Mudanças Climáticas estão introduzindo elementos e termos que estão expostos com maior frequência na mídia, especificamente falando, sobre a reciclagem do lixo e uso de combustíveis alternativos.

Na etapa 02, os estudantes foram convidados a assistir ao documentário “The Story of Stuff” (A história das coisas), apresentado por Annie Leonard, que mostra a extração, produção, comercialização e consumo de produtos, além do descarte de resíduos e embalagens. Ademais, como isso afeta a vida de comunidades em diversos países. Posteriormente, a professora pesquisadora enfatizou algumas questões e acrescentou alguns pontos importantes ao vídeo, complementando as discussões.

Sobre esse evento, foram destacados momentos em que os estudantes citam aspectos científicos já estudados por eles. Foi percebida também uma preocupação dos estudantes em relação ao consumismo exagerado, a maneira como a sociedade de consumo funciona e, por fim, as perspectivas desse sistema para o futuro do planeta. Logo depois, dois alunos iniciaram um debate sobre o papel do ser humano na transformação do ambiente, sem muito aprofundamento. Contudo, fomentou reflexões sobre a utilização de elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar questões sociais e ambientais, bem como a associação dos conhecimentos e métodos científicos com a tecnologia do sistema produtivo e dos serviços, conforme destacado por A14: “Existe a possibilidade de se construir uma sociedade que seja realmente sustentável?”

Em entrevista concedida ao Saúde Amanhã (2019), Latour, referenciando-se a Donald Trump sobre as mudanças climáticas, diz:

Era uma loucura, mas era um projeto de civilização. Agora estamos diante de um projeto para desfazer os vínculos, abandonar as construções. A reação mais extraordinária de Donald Trump consiste em dizer: “Nós não temos problemas de mudança climática; é algo que ocorre na casa de vocês, não na nossa.” Ele considera que o continente americano não está sujeito aos mesmos problemas climáticos que a Europa ou a China. Isso é uma novidade. (SAÚDE AMANHÃ, 2019, n.p).

E nesse sentido, infelizmente, um grande líder de uma das maiores potências mundial nega o fato de as Mudanças Climáticas afetarem seu país, como se estivessem alheios ao restante do mundo. Latour complementa que “Todas as posições políticas estão marcadas pela angústia” e toma como exemplo as *fake News* e a pós-verdade, para as quais as pessoas se queixam, mas que não as tornam capazes de criticar e raciocinar sobre o assunto:

Para conseguir manter um respeito pelos meios de comunicação, a ciência, as instituições, a autoridade, deve haver um mundo compartilhado. É um tema que estudei no passado. Para que os fatos científicos sejam aceitos, é preciso um mundo de instituições respeitadas. (SAÚDE AMANHÃ, 2019, n.p).

Portanto, para que as instituições sejam respeitadas há que se respeitar as ciências e a evolução que elas proporcionam e isso deve ser sempre debatido no meio escolar, para assim chegar à sociedade como meio de se aprender e se discutir os fatos, pois desse modo “poderíamos permitir dizer que não há mudança climática, que os problemas de saúde não nos dizem respeito, que a reprodução das abelhas não é

nosso problema. Voltaríamos a discutir entre civilizados” (SAÚDE AMANHÃ, 2019, n.p.).

Natureza da Ciência: as ciências são meios de produção de verdade

Esta categoria diz respeito à compreensão mais apropriada da construção do conhecimento científico e tecnológico, desde sua não neutralidade, até a percepção de ser socialmente referenciada, com uma temporalidade, pertencentes a uma determinada cultura. Além da compreensão de se tratar de um processo e não algo pronto, único e verdadeiro, cumulativo, permeado de erros e evoluções conceituais.

As mudanças climáticas iriam ocorrer de qualquer forma, mas nós com os nossos hábitos errados antecipamos esse processo. **O efeito estufa é o principal causador do aquecimento global.** (E1A3).

Cada produto que nós consumimos tem uma história. Ela começa desde a **extração de sua matéria-prima e acaba no descarte desse produto. A cada etapa deste processo gera emissão de gases.** Se escolhermos **consumir produtos que beneficiem o máximo aproveitamento deles isso ajudará a evitar o desperdício** e, assim, que se reduza a emissão de gases de efeito estufa. Além disso, nós podemos **escolher comprar de empresas que se preocupam com o meio ambiente.** (E2A16).

Na etapa 01 os estudantes mostraram uma compreensão ampla sobre a origem do gás carbônico, ao citar diversos processos nos quais esse gás é produzido, conforme destacado por A8:

[...] indústrias além de jogar poluição no ar, jogam no mar, e é lá que se encontram **os plânctons que fazem oxigênio o dia todo a partir da filtração do gás carbônico.** Até porque as árvores elas **filtram o gás carbônico e produzem oxigênio metade do dia só** (E1A8).

Essas questões são referentes aos aspectos relacionados à sustentabilidade, Natureza da Ciência e relações com a tecnologia. Dessa forma, concordando com Pinto *et al.* (2013), as práticas de ensino de Física com abordagens CTSA permitem o estabelecimento de relações entre a Ciência, Tecnologia e âmbitos políticos e econômicos da sociedade.

A tentativa de argumentar sobre as causas das Mudanças Climáticas é outro aspecto que destacamos nas respostas que os estudantes elaboraram para os questionamentos. Alguns apontaram que as MC têm suas causas absolutamente ligadas às atividades humanas que levam ao aumento da concentração de gás

carbônico na atmosfera. Observações dessa natureza podem ser indicados no trecho abaixo:

Está relacionado ao **excesso de CO₂ na atmosfera. Ele é intensificado pelo desmatamento e poluição (emissão de gases poluentes na atmosfera).** (E4A1).

Queimadas fora de controle, excesso de emissão de gases causadores do efeito estufa, não reflorestamento de áreas devastadas. Tudo isso é responsável pelo aquecimento. (E4A2).

Além disso, na etapa 4 podemos destacar que um dos estudantes considerou em sua resposta que a Terra passa por ciclos de aquecimento seguidos de resfriamento. No entanto, o estudante enfatizou que as EGG agravaram o fenômeno:

As causas eu não saberia dizer, o que sei é que este **fenômeno acontece de tempos em tempos e a emissão de gases poluentes nos últimos 50 anos agravou esse processo, mas não é o agente causador.** (E4A3).

Em outra fala, verificamos que alguns alunos apontam que a mídia tem um papel na construção dos discursos sobre os temas relacionados com as Mudanças Climáticas. Um dos estudantes indicou o fato de que o professor deve trabalhar para que seus alunos ponderem criticamente as informações que recebem dos meios de comunicação em massa.

Acho importante ser **tratada em sala de aula a inconsistência dos dados e do discurso da grande mídia, mostrar para os alunos que o sistema monta discursos para convencer a população a seguir e acreditar em certas causas das quais o único beneficiário é o próprio sistema.** E isso é feito apenas para manter a população cativa na cadeira de meros telespectadores. (E4A1).

Baseado nesses dados, é possível afirmar que, em primeira instância, o desenvolvimento da Sequência Didática possibilitou a abordagem de questionamentos, problematizações e discursos que envolveram todas as categorias de análise definidas. Mesmo que em alguns momentos o diálogo com os estudantes tenha seguido por caminhos diferentes dos que foram estipulados no planejamento, tais situações permitiram o enriquecimento dos debates e o objetivo principal de analisar a viabilidade da proposta CTSA no desenvolvimento da SD sobre a temática Mudanças Climáticas e as suas relações com a Termodinâmica, apoiada na perspectiva da ciência em Ação de Bruno Latour foram atendidas.

Da mesma forma, as categorias de análises baseadas nos princípios orientadores da Educação CTSA, de Pedretti, e nas concepções de Latour acerca da Ciência, estabelecidas na pesquisa, supriram as necessidades da análise e indicaram, de forma satisfatória, os diversos nichos das relações CTSA.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todo o percurso desenvolvido ao longo desta pesquisa é possível tecer algumas reflexões e considerações relacionadas à viabilidade da proposta CTSA no desenvolvimento de uma Sequência Didática sobre a temática Mudanças Climáticas e as suas relações com a Termodinâmica, apoiada na perspectiva da Ciência em Ação de Bruno Latour, para estudantes de segundo ano do Ensino Médio.

A educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, segundo Pedretti (2003), apresenta robustos princípios orientadores: a) A contribuição para o desenvolvimento sustentável do planeta por meio do estudo e da utilização sistemática de recursos, bem como da consideração das necessidades humanas a longo prazo; b) A compreensão dos processos de tomada de decisão e justiça social a nível governamental e empresarial; c) A promoção do raciocínio moral e ético acerca da ciência; d) A compreensão e a discussão da dimensão política da ciência; e) O exercício de capacidades intelectuais e éticas na determinação dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico; f) A formação dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade; g) A compreensão da Natureza da Ciência e das suas interações com a Tecnologia e a Sociedade.

Em consonância com a autora citada, Latour (2004) considera que é possível observar algumas mudanças de comportamento sobre a função da ciência, visto a desconfiança que se instalou na sociedade. Portanto, é preciso haver ponderações contra extremos, pois a ciência produz dados confiáveis, mas passíveis de discussão, sendo necessário superar a ingenuidade sobre esses extremos, condição válida para todas as áreas do conhecimento. O referido autor também pontua questões sobre o clima e sobre o aquecimento global, bem como relata a dificuldade do exercício da reflexão no âmbito da ciência pragmática. Também exalta que as verdades são pontuais e relativas; portanto, elas são discutíveis, posto que a Ciência é capaz de alcançar resultados claros e úteis, mas não somente racionais.

Diante desse panorama, o presente estudo objetivou, a partir de uma experiência empírica de planejamento, desenvolvimento e avaliação de uma Sequência Didática, trazer reflexões acerca da temática Mudanças Climáticas.

Inicialmente, estabeleceu-se um referencial teórico atento dos diferentes olhares sobre as mudanças climáticas e o ensino de Ciências, mostrando a inquietação sobre tais eventos e o novo fato de sua magnitude e propagação pela

sociedade. Assim, cientistas e não cientistas idealizaram "narrativas, teorias e reconstruções em concordância com suas experiências, técnicas experimentais, habilidades técnicas e precedências filosóficas" (FLEMING, 1998, p. 8), resultando em alguns argumentos mais persuasivos que outros, que trouxeram bastante impacto e preocupações sociais e outras reações coletivas.

Outro eixo fomentado na literatura envolveu a Termodinâmica e, portanto, ensiná-la para alunos do Ensino Médio, considerando uma metodologia de ensino que fizesse com que os estudantes compreendessem que as noções elementares a respeito dos fenômenos naturais sobre o clima têm início pelo "processo do balanço de energia entre o Sol e a Terra e, para tanto, a Lei da Termodinâmica explica como as trocas de calor e energia regulam a temperatura do planeta" (SANTOS, 2017, p. 32).

Ademais, as relações CTSA no contexto do ensino de ciências, posteriormente, compuseram as categorias de análise desta pesquisa. Nesse sentido, assumiu-se um encaminhamento teórico e uma postura a partir da qual se valorizou o ensino na perspectiva de abordar relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente a qual favorece a ideia de que os estudantes precisam ter conhecimentos, atitudes e valores necessários para a tomada de decisões responsáveis, além de investigação por soluções sobre questões de Ciência e Tecnologia na Sociedade (SANTOS, 2007).

Por fim, as práticas e posturas, na presente pesquisa, foram incorporadas como um pressuposto intrínseco de uma prática pedagógica que permita o ensino de Ciências fornecer subsídios para múltiplas interpretações, além de um currículo não-estabelecido e métodos de ensino, tornando possível desenvolver um currículo em torno de questões locais e globais que permitam a reflexão e a independência intelectual dos estudantes (AIKENHEAD, 1994).

O processo de embasamento teórico e estruturação da sequência didática mencionada respondeu à primeira fase da pesquisa.

Dispondo do referencial teórico, a construção, a implementação e a avaliação da Sequência Didática também levou a algumas reflexões. Foi possível observar que a temática escolhida trouxe a elaboração de atividades que abordaram as relações CTSA e a Termodinâmica, simultaneamente. Todas as categorias de análise, baseadas nos princípios orientadores de Pedretti (2003) e nas concepções de Latour (1994) acerca da ciência, foram contempladas nas quatro etapas planejadas, mesmo

que em proporções distintas. Além disso, foi possível estabelecer discussões que perpassaram as aulas em relação ao processo de desaceleração da degradação da natureza e a ação responsável na transformação da sociedade.

A SD, portanto, teve como ponto de partida o desenvolvimento das atividades envolvendo a temática Mudanças Climáticas e a Termodinâmica com as relações CTSA, na perspectiva latourniana. Além disso, foi notória a capacidade dessa temática em envolver os estudantes ao longo das três primeiras etapas, das quais participaram mais ativamente, teceram argumentos e respostas mais elaboradas e profundas e desconstruíram algumas concepções reducionistas em relação à tecnologia.

A boa aceitação da turma frente ao desenvolvimento da SD pode ser verificada na fala realizada ao final da primeira etapa, na qual o estudante surpreende-se ao ouvir a música trabalhada e perceber sua relação com a disciplina de Física. Embora a professora pesquisadora atuasse como regente da turma, conhecendo-os a mais de dois anos e com um grande vínculo afetivo, pode-se observar que a motivação, o abarcamento e a participação dos mesmos é um ponto muito positivo na pesquisa. Entretanto, é importante, ressaltar que a intervenção, mesmo tendo sido realizada pela docente regente, em nenhum momento, tanto no planejamento das atividades quanto na implementação da SD e nos dados obtidos foram destoados em relação à presente pesquisa.

Entretanto, vários foram os obstáculos presentes nos caminhos traçados até a concretização desta pesquisa. Alguns desses obstáculos foram: i) Parecer consubstanciado do CEP; ii) Paralisação dos professores 15/05/2019; iii) Segunda paralisação 02/12/2019; iv) Suspensão das aulas em 20/03/2020 por causa da pandemia da Covid-19.

Partindo desse ponto de vista, optar por desenvolver uma pesquisa nos tempos atuais, principalmente a pesquisa interventiva, torna-se uma jornada de contínuo aprendizado, ao mesmo tempo que se materializa como um posicionamento de enfrentamento, de luta e de resistência frente a toda uma realidade que caminha no sentido contrário.

O desenvolvimento da SD deixou claro que existem grandes capacidades em propostas nesse formato e com esse tipo de temática. Com relação especificadamente aos principais apontamentos legais sobre o ensino de Ciências e as teorias fundantes sobre as Mudanças Climáticas que impactam o planeta foi

possível notar que as atividades propostas propiciaram, no contexto de sala de aula, um amplo espaço para discussões, relações e conexões mais amplas entre áreas distintas do conhecimento. Foram realizadas articulações entre conhecimentos referentes às relações ambientais, sociais e políticas acerca das MC, as causas e efeitos do aquecimento global e a influência que exerce sobre o sistema climático e às políticas sobre a ciência climática a nível regional e global, conforme destaca Bessat (2003): “[...] uma primeira questão que se coloca aos cientistas é a de precisar como a mudança climática global se traduzirá nas escalas regionais e locais para os diferentes países”. Nesse ínterim evidenciou-se também a necessidade de expor os diálogos entre os concordantes e os discordantes e seus apontamentos sobre as causas e consequências das MC. Segundo Hulme (2009, 2010) e Leite (2015), essas são afirmações e refutações que conduzem o tema das MC para o campo das controvérsias.

É importante salientar que a elaboração, desenvolvimento e implementação de propostas como a Sequência Didática, desenvolvidas nessa pesquisa, demandam esforços do professor pesquisador que precisa exercitar um vasto olhar interdisciplinar, buscando modernizar, movimentar e acrescentar conhecimentos de sua própria área e dos demais campos de estudo.

Com relação às categorias de análises, a SD mostrou-se efetiva no desdobramento das atividades que possibilitou aos estudantes a aproximação com elementos constitutivos da educação CTSA. A categoria: Desenvolvimento Sustentável do Planeta: a complexidade dos efeitos da degradação ambiental se mostrou presente na primeira etapa, principalmente na atividade relacionada à música que aborda os fatores relacionados ao desenvolvimento tecnológico que afetam diretamente o desenvolvimento sustentável do planeta. Percebeu-se, assim, que os estudantes relacionaram a letra da música aos assuntos debatidos e à temática das Mudanças Climáticas.

Já a categoria Tomada de Decisão sobre Ciência e Tecnologia: as preocupações de chefes de Estado e ecologistas reuniu falas dos estudantes que trataram de posicionamentos frente às problematizações realizadas ao longo de todas as etapas da Sequência Didática. Tratou-se de situações em que se percebeu uma criticidade diante das situações que demandam autonomia e participação social dos estudantes.

A categoria Raciocínio moral e ético acerca da/sobre Ciência: como as teorias são construídas obteve na etapa dois argumentos e respostas bem representativas desta categoria, uma vez que os estudantes se conscientizaram da necessidade de transformar a realidade, se posicionando, conforme citam elementos capazes de proporcionar mudança. Além de questionamentos sobre trechos da música proposta para discussão, apontando a relação com práticas de alguns políticos que buscam manipular a população com base em verdades impostas. Nesse sentido, Latour e Woolgar (1997) defendem a teoria de uma natureza socialmente construída dos fatos científicos, pois metade de nossa política é Ciência e Tecnologia.

Por conseguinte, na categoria Desenvolvimento Científico e Tecnológico: respeito aos diversos saberes, mostrou ao longo da discussão que em todas as etapas da SD os estudantes desconstruíram algumas concepções reducionistas em relação à tecnologia, corroborando com as ideias de Pedretti (2003) que apontam que a educação CTSA permite às pessoas exercitar tanto habilidades intelectuais e éticas na determinação de prós e contras de qualquer desenvolvimento científico e tecnológico, para examinar os potenciais benefícios e custos e reconhecer que as forças políticas e sociais subjacentes impulsionam o desenvolvimento e redistribuição do conhecimento e artefatos científicos e tecnológicos,

Transformação da Sociedade: mostrar a Ciência como Ciência em ação, essa categoria trouxe as compreensões mais apropriadas da construção do conhecimento científico e tecnológico, desde sua não neutralidade, até a percepção de ser socialmente referenciada, com uma temporalidade, pertencentes a uma determinada cultura. Além da compreensão de se tratar de um processo e não algo pronto, único e verdadeiro, cumulativo, permeado de erros e evoluções conceituais.

Conforme Pedretti (2003), a transformação da sociedade é um processo de formação dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade. Esses aspectos indicam a influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade.

E por fim, a categoria Natureza da Ciência: as Ciências são meios de produção de verdade apresentou uma incidência expressiva na quarta etapa, com posicionamentos referentes aos aspectos relacionados à sustentabilidade, Natureza da Ciência e relações com a tecnologia. Dessa forma, concordando com Pinto *et al.* (2013), que práticas de ensino de Física com abordagens CTSA permitem o estabelecimento de relações entre a Ciência, a Tecnologia e âmbitos políticos e econômicos da sociedade.

Com relação aos limites encontrados na implementação da SD foi possível observar a baixa aderência dos estudantes na quarta etapa, por conta da suspensão das aulas devido à pandemia da Covid-19. Essa etapa foi adaptada e desenvolvida totalmente em EaD, mostrando-se exigente tanto para a professora pesquisadora quanto para os estudantes que se depararam com uma nova realidade e tiveram que desenvolver e aperfeiçoar competências para o ensino a distância. Ainda que tenha sido uma solução necessária, o ensino remoto mostrou a desigualdade de acesso às tecnologias de comunicação e informação dos estudantes, dificultando o acesso na preparação e realização das atividades online e na participação dos estudantes nos encontros virtuais dessa última etapa da pesquisa.

Dessa forma, outro fator restritivo na pesquisa foi a complexidade das categorias de análises. Mesmo que os critérios utilizados apresentassem características bem determinadas em diversos momentos, os dados não se adaptavam tão facilmente nelas, principalmente porque as relações CTSA não ocorrem nem de forma precisa e nem completamente segmentada.

Assim, algumas vezes o mesmo discurso pôde ser categorizado em mais de um critério ao mesmo tempo, impedindo a separação e reforçando ainda que o aprendizado se atribui de forma bem mais intrincada do que é idealizado pelo docente.

Desse modo, com base em todos os dados analisados, discussões e reflexões, pode-se afirmar que a Sequência Didática proposta atingiu seu objetivo de permitir um ambiente de conscientização, discussão e tomada de decisão por parte dos estudantes, bem como oportunizou o desenvolvimento de relações CTSA e viabilizou as discussões referentes às teorias fundantes sobre as Mudanças Climáticas que impactam o planeta e suas relações com a Termodinâmica.

Ressalta-se, ainda, que a presente pesquisa não pretende trazer respostas irrefutáveis para tais discussões, mas aponta que existem outras perspectivas, capacidades e demarcações a serem investigadas, e outras direções a serem refletidas e traçadas para a melhoria do Ensino em Ciências, tão necessário na atual sociedade. Por isso, a partir deste estudo, podem ser realizadas outras pesquisas com maior abordagem para as relações CTSA, superando as encontradas, sugerindo outras sequências didáticas ou atividades relacionadas às Mudanças Climáticas e a Termodinâmica ou ainda buscando propor outros encaminhamentos para viabilizar as relações CTSA no Ensino Médio. Ademais, pode-se refletir também em estudos

voltados para a formação de professores, estimulando a formação inicial e/ou continuada com pressupostos intrínsecos da abordagem CTSA.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMOM, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47–59.
- ALVES, Aline Roberta. **Propostas teórico-metodológicas do ENEM: relações entre o enfoque CTS/CTSA e o discurso de professores acerca da prática docente**. UFSCar, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2591/3630.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 19 ago. 2020.
- AMBRIZZI, T., ARAUJO, M. **Base científica das mudanças climáticas: Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: COPPE, 2013.
- CHIESSI, Cristiano M; SIFEDDINE, Abdelfettah; CRUZ, Francisco W. Informações paleoclimáticas brasileiras. In: AMBRIZZI, T. & ARAÚJO, M. (Eds.). **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. 2013.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122–134, 2001.
- AULER, D. **Interações entre Ciência- Tecnologia- Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 257 f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, 2. v. 5, p. 337–355, 2006.
- BACHELARD, Gaston. Conhecimento comum e conhecimento científico. In: **Tempo Brasileiro**. São Paulo, nº28, p. 47-56, jan-mar 1972.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARRETO, M. M. **Análise de livros didáticos de geografia do ensino fundamental considerando diferentes hipóteses sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas**. 2009. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- BESSAT, F. A mudança climática entre ciência, desafios e decisões: olhar geográfico. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 11–26, 2003.
- BOCHECO, O. **Parâmetros para abordagem de evento no enfoque CTS**. 2011. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases**. Lei 9394, 23 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Acesso em 11 ago. 2020.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** (MEC-SEMTEC, Brasília, 2002.

BRASIL. **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física**. MEC-SESU, Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação e Tecnologia (SEMTEC). **Diretrizes Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2013.

BRASIL (2001). **PISA 2019**. Relatório Nacional. Brasília, DF: INEP/MEC.

CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o processo educativo: dimensões e abordagens. In: CINQUETTI, H. C. S.; LOGAREZZI, A. (Org.). **Consumo e resíduo: fundamentos para o trabalho educativo**. São Carlos: EdUFSCar, 2006. v. 1, p. 19-42.

CARVALHO, A. Media(ted) discourses and climate change: a focus on political subjectivity and (dis)engagement. **WIREs Climate Change**, v. 1, n. 2, p. 172–179, 2010.

CASAGRANDE, A.; JUNIOR, P. S.; MENDONÇA, F. Mudanças climáticas e aquecimento global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 8, 2011.

CASTRO, R.; FERRACIOLI, L. Segunda lei da Termodinâmica: um estudo de seu entendimento por professores do Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBF, 2002. Disponível em: http://www.sbf1.if.usp.br/eventos.viii-epf/PDFs/CO19_3.pdf. Acesso em: 20 mar. 2005.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. 6. ed. São Paulo: Atual, 1998.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, v. 16, p. 70–75, 2005.

DAMIANI, M. F. et al. Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**. Pelotas, n. 45, p. 57-67, 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

DINIZ, Geraldo L. **Mudanças climáticas: mitos e verdades**. DMAT – ICET – UFMT, 78.060-900. Cuiabá/MT, Sd.

DISPENSA, J.M., BRULLE, R.J. Media's social construction of environmental issues: focus on global warming: a comparative study. **International Journal of Sociology and Social Policy**, v. 23, n. 10, p. 74-105, 2003.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. (Orgs). **Gêneros orais e escritos na escola**. Tradução de Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado de Letras, 2004, p. 21-39.

DOMICIANO, Tamara Dias. **Enfoque CTS no curso de licenciatura em ciências da UFPR Litoral**. Dissertação – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Ciências e em Matemática, 2019.

FANFA, Michele de Souza; MARTELLO, Caroline; TEIXEIRA, Maria do Rocio Fontoura. Desafios ambientais pós pandemia. **Revista Brasileira de educação ambiental**. 2020. Disponível em <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10793>. Acesso em: 07 out. 2020.

FLEMING, J. R. **Historical perspectives on climate change**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

FOLHA DE SÃO PAULO. São Paulo: Grupo Folha, 2019. Diário. Disponível em: <https://www.folha.uol.com.br/>. Acesso em: 5 jun. 2014.2019.

FRANÇA, André Luiz Dias de; NETO, Júlio Afonso Sá de Pinho; DIAS, Guilherme Ataíde. a ciência da informação e o pensamento de Bruno Latour: implicações para a análise de redes sociais. **Inf. & Soc.:Est.**, João Pessoa, v.25, n.1, p. 137-144, jan./abr. 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/HP/Downloads/13067-Texto%20do%20artigo-48590-1-10-20150428%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/13067-Texto%20do%20artigo-48590-1-10-20150428%20(1).pdf). Acesso em: 27 set.2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 60. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016a.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

EMISSÃO DE GASES CAUSADORES DO EFEITO ESTUFA É RECORDE EM 2018. **Jornal Nacional**, 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2019/08/13/emissao-de-gases-causadores-do-efeito-estufa-e-recorde-em-2018.ghtml>. Acesso em: 14. out. 2020.

GOMES, André Lopes. **Ciência e ideologia**: uma análise crítica da teoria do aquecimento global. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, BH, 2018. Disponível em <http://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2018/09/Andr%C3%A9-Lopes-Gomes.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

HULME, M. **Why we disagree about climate change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

HULME, M. **Problems with making and governing global kinds of knowledge**. *Global Environmental Change*, v. 20, n. 4, p. 558–564, 2010.

IPCC. **Climate Change 2014: the physical science basis**. Contribution of Working Group I, II e III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

IPCC. **Climate Change 1995**: Second Assessment Report. Genebra: IPCC., 1995 103
Climate Change 2007 Synthesis Report. Genebra: IPCC., 2007

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

KRASILCHIK, M. **Reformas e Realidade**: o caso do Ensino de Ciências. São Paulo em Perspectiva. São Paulo, v. 14, n.1, 2000

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4° ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

LATOUR, B. **Ciência em Ação**: seguindo cientistas e engenheiros sociedade afóra. Paris: Pandore, 1990.

LATOUR, Bruno. **Jamais Fomos Modernos**: ensaio de antropologia simétrica. São Paulo: Editora 34, 1994.

LATOUR, Bruno. **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Bauru, SP: edusc, 2001.

LATOUR, B. Por uma antropologia do centro. *Mana*, v. 10, n. 2, p. 397–413, 2004.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 2016.

LATOUR, B. A crise sanitária incita a nos preparar para as mudanças climáticas. Tradução: André Langer. **Revista ihu on-line**, 2020. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/597499-a-crise-sanitaria-incita-a-nos-preparar-para-as-mudancas-climaticas-artigo-de-bruno-latour>. Acesso em: 7 out.2020.

LEITE, J. C. Do mistério das eras do gelo às mudanças climáticas abruptas. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 811–839, 2015.

LIMA, G. F. C. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, ano 2, n. 5, p. 135-153, 1999.

LÜDKE, M. ANDRE, M. E. D. A. **A Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2 ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013

MARQUES, F. O tempo esquentou. **Pesquisa FAPESP**, n. 109, 2005. Disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/2005/03/01/o-tempo-esquentou/>. Acesso em: 4 fev. 2020.

MARTÍNEZ Joyde Giacomini. **A governança climática na região metropolitana de Curitiba: uma perspectiva crítica interdisciplinar**. Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade Federal do Paraná, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/HP/Downloads/R%20-%20T%20-20JOYDE%20GIACOMINI%20MARTINEZ.pdf>. Acesso em: 13 ago.2020.

MARUYAMA, S. **Aquecimento global?** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Efeito Estufa e Aquecimento Global. Disponível em <https://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global.html>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MITRE, Maya. As relações entre ciência e política, especialização e democracia: a trajetória de um debate em aberto. **Estud. av.** [online]. 2016, vol.30, n.87, pp.279-298. ISSN 1806-9592. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30870016>.

MOLION, L. C. B. **Aquecimento global**: uma visão crítica. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 3, 2008.

MORÉS, A. Investigação qualitativa em educação: tessituras com a metodologia de estudo de caso. In: STECANELA, N. (Org.). **Diálogos com a educação**: a escolha do método e a identidade do pesquisador. Rio Grande do Sul: EDUCS, 2012, p. 51- 88.

MOSER, S. C.; DILLING, L. (Orgs.). **Creating a climate for change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

MOSER, S. C. More bad news: the risk of neglecting emotional responses to climate change information. In: MOSER, S. C.; Dilling, L. (Orgs.). **Creating a climate for change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

OLIVEIRA, S. **Limites e potencialidades do enfoque CTS no Ensino de Química utilizando a temática Qualidade do Ar Interior**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PALACIOS, E. M. G. et al. **Introdução aos estudos CTS (Ciência- Tecnologia- Sociedade)**. Cadernos de Ibero-América: OEI, 2003.

PANAZZO, N. S. P. Análise qualitativa na Educação. In: STECANELA, N. (Org.). **Diálogos com a educação**: a escolha do método e a identidade do pesquisador. Rio Grande do Sul: EDUCS, 2012, p. 99-111.

PBMC. **Mitigação das mudanças climáticas**: Volume 3 - Primeiro relatório de avaliação nacional. Rio de Janeiro: COPPE, 2013.

PEDRETTI, E. Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education: preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, D.L. (Ed.). **The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education**. Dordrecht: Kluwer, 2003. p. 219-239.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PIERSON, A. H.; FREITAS, D.; ZUIN, V. G. Aspectos de Ciência, Educação Científica e Cidadania em debate a partir de uma situação sócio-científica. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 5, 2005, Bauru. **Anais** [...]. Bauru, ABRAPEC, 2005.

PINTO, A. E. A. et al. Investigações sobre relações CTSA e o ensino de Física na visão de estudantes do Ensino Médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9, 2013, Águas de Lindóia. **Anais** [...]. Águas de Lindóia, ABRAPEC, 2013.

REIS, P. **Controvérsias sócio-científicas**: Discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida. 2004. 457 f. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.

REIS, D. **Compreensões elaboradas pelo campo da educação ambiental sobre mudanças climáticas**: análise das dissertações e teses brasileiras. 2013. 217f. Dissertação (Mestrado em Educação) -Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2013a.

REIS, P. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Lisboa, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013b.

REIS; SILVA; FIGUEIREDO. As complexidades inerentes ao tema “mudanças climáticas”: desafios e perspectivas para o ensino de física. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte | v.17 | n. 3 | p. 535-554 | set-dez | 2015.

ROCHA, JAL. Elementos de Termodinâmica. In: **Termodinâmica da fratura**: uma nova abordagem do problema da fratura nos sólidos [online]. Salvador: EDUFBA, 2010, pp. 37-46. ISBN 978-85-232- 1235-3. Available from SciELO Books.

SANT'ANNA NETO, J. L. A climatologia dos geógrafos: a construção de uma abordagem geográfica do clima. In: SPOSITO, E. S; SANT'ANNA NETO, J. L. **Uma**

geografia em movimento. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, v. 1, p. 295-318, 2010.

SANT'ANNA NETO, J. L. Mudanças climáticas globais. In: AMORIM, M. C.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (orgs.). **Climatologia urbana e regional**. São Paulo: Novas Expressões, 2013.

SANTOS, W. L. P. Ciência e educação para a cidadania. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. (Orgs.) **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, p. 255-70, 1998.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. esp., p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. Scientific Literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.

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

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas** V.9 – nº 17 - jul. 2012/dez. 2012, p.49-62.

SANTOS, Lilliam rosa prado dos. **A abordagem da mudança climática contemporânea nos livros didáticos de geografia**. Curitiba, 2017. Disponível em: texto enviado pela Beatriz.

SAÚDE AMANHÃ. **Bruno Latour e a mudança climática**. El país, 2019. Disponível em: <https://saudeamanha.fiocruz.br/bruno-latour-e-a-mudanca-climatica/#.X3SPRGhKiUk>. Acesso em: 30 set. 2019.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, p. 27-31, 1995.

SCHOR, Tatiana. Reflexões sobre a imbricação entre ciência, tecnologia e sociedade. **Scientiæ zudia**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 337-67, 2007.

SERENO, Luiz Gustavo Fernandes. **Crescimento econômico e emissões de gases de efeito estufa**: uma análise de cointegração em painel para os estados brasileiros de 2002 a 2015. Dissertação de mestrado em Economia. Uberlândia, MG, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24754/1/CrescimentoEcon%C3%B4micoEmiss%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 13.ago. 2020.

SIEMSEN, G. H. **O ensino de astronomia em uma abordagem interdisciplinar no Ensino Médio**: potencialidades para a promoção da alfabetização científica e tecnológica. 2019. 248 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

SILVA, A. T. R. **O campo epistemológico da educação ambiental**: o dualismo homem/natureza e o paradigma da complexidade. 2007. 301 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente de Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e Ensino Médio**: espaços de articulação. 2008. 283 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: Sentidos e perspectivas**. 2008. 283 f. Tese (Doutorado em Interunidades em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRIEDER, R.; KAWAMURA, M. R. Abordagem CTS no contexto escolar: reflexões a partir de uma intervenção. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. 11. 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: SBF, 2008.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055- 1076, 2017.

TEODORO, Pacelli Henrique Martins; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Mudanças climáticas: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307680221_MUDANCAS_CLIMATICAS_A_LGUMAS_REFLEXOES. Acesso em: 14 out.2020.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2008.

TOTI, F. A.; PIERSON, A. H. C.; SILVA, L. F. Diferentes perspectivas de cidadania presentes nas discussões atuais em defesa da abordagem CTS na educação científica. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 7. 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, ABRAPEC, 2009.

THUSWOHL, Maurício. **Interesses econômicos ainda ameaçam sucesso de conferência sobre clima**. Rede Brasil atual, 7 de junho de 2015. Disponível em: <https://www.redebrasilatual.com.br/>. Acesso em: 14 out. 2020.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

WATANABE-CARAMELLO, G. **Aspectos da complexidade**: contribuições da física para a compreensão do tema ambiental. 2012. 250 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

WATANABE-CARAMELLO, G.; KAWAMURA, M. R. D. Uma educação na perspectiva ambiental crítica, complexa e reflexiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 255–264, 2014.

ZABALA, A. (org.). **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

ZEIDLER, D. L. et al. The role of argument and fallacies during discourse about socioscientific issues. **International Journal of Science Education**. Florida, v. 29, n.11, p. 97-116, 2003.

ZEIDLER, D.L. Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. **International Journal of Science Education**, Florida, v.89, n.3, p.201-205, 2005.

ANEXO A – Parecer do comitê de ética

UNIVERSIDADE
TECNOLOGICA FEDERAL DO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ABORDAGEM CTSA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Pesquisador: BEATRIZ JAQUELINE SANTANA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 06618818.7.0000.5547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.365.410

Apresentação do Projeto:

Segundo a autora:

Introdução:

As Mudanças Climáticas (MCs) têm sido objetos de preocupação e estudo científico, cada vez mais aprofundado, desde a década de 1960. A sociedade brasileira tem demonstrado mais interesse sobre isso, especialmente, por ter sido alertada pela mídia em 2007, quando representantes do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) passaram a apresentar relatórios e aparições públicas de forma frequente, inaugurando em certa medida novas preocupações frente àquelas ditas “cotidianas” que até então detinham mais atenção dos professores nas escolas – como experimentação, incorporação de novos recursos educacionais entre outras. Quando se abordam Mudanças Climáticas nas escolas, geralmente isso ocorre de forma fragmentada sobre o conhecimento necessário para o trato educacional deste assunto complexo, pois é cheio de aberturas e cercado por polêmicas no meio científico contemporâneo. Reforça-se, nas escolas, o compartimentado disciplinar decorrente da excessiva divisão de conteúdos que não são estanques e não poderiam sofrer indissociabilidades. Exclui-se, assim, o privilegiado ambiente para a ampla discussão de temas controversos. Partindo do pressuposto de que problematizar, questionar e evidenciar conflitos, contradições e controvérsias contribuem para a educação reflexiva, crítica e transformadora, isso justifica a relevância da abordagem das MCs em contexto educacional que

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Telefone: (41)3310-4494

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE
TECNOLOGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.365.410

Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	15:50:46	SANTANA	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_ CEP_3264309_2.pdf	22/04/2019 21:51:10	BEATRIZ JAQUELINE	Aceito
Outros	Relatorio_final.pdf	13/03/2019 16:35:02	BEATRIZ JAQUELINE	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_de_Instituicao.pdf	13/03/2019 16:34:34	BEATRIZ JAQUELINE SANTANA	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_ CEP_3149030.pdf	11/03/2019 17:21:50	BEATRIZ JAQUELINE	Aceito
Outros	Questionario.pdf	11/03/2019 17:20:21	BEATRIZ JAQUELINE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 03 de Junho de 2019

Assinado por:
Frieda Saicla Barros
(Coordenador(a))

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br

ANEXO B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Informação geral: O Projeto “Mudanças Climáticas e Abordagem CTSA: Uma sequência didática para o ensino de Física” tem como objetivo identificar a possibilidade de inserção da abordagem CTSA com foco em mudanças climáticas e suas relações com a termodinâmica com fundamentos em obra de Bruno Latour.

Título do Projeto: Mudanças Climáticas e Abordagem CTSA: Uma sequência didática para o ensino de Física no Ensino Médio

Investigador: Beatriz Jaqueline Sant’ Ana
Mestranda do programa de Pós-Graduação em Formação Educacional e Tecnológica (PPGFCET), UTFPR
(41) 9 9630-7393 santana_biajaque@hotmail.com

Local da Pesquisa: Colégio Estadual Dr. Décio Dossi
Endereço: Rua Amoreira, 65 – Eucaliptos – Fazenda Rio Grande, PR.

O que significa assentimento?

O assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de adolescentes, da sua faixa de idade, para participar de uma pesquisa. Serão respeitados seus direitos e você receberá todas as informações por mais simples que possam parecer. Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao participante da pesquisa:

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de desenvolver uma sequência didática (SD) na escola. Uma pesquisa é um processo de investigação que envolve um conjunto de ações para a descoberta de novos conhecimentos em uma determinada área. Essa pesquisa desenvolverá a possibilidade de inserção da abordagem CTSA no Ensino Médio, a partir do desenvolvimento de uma SD com foco em mudanças climáticas e suas relações com a termodinâmica, sob perspectiva de Bruno Latour. A SD será composta da seguinte forma: será realizada com 45 estudantes, da turma do 2º ano A, do Ensino Médio, (com idades entre 15 e 17 anos) do turno da manhã do Colégio Estadual Dr. Décio Dossi, localizado à Rua Amoreira, nº65, Bairro Eucaliptos, Fazenda Rio Grande – PR, Cep: 83.820-515.

O tempo estimado para realização da SD será de 17 horas-aula, no período de 10 semanas, com previsão de realização no período de 04/06/2019 à 20/08/2019 durante as aulas de Física.

Quanto aos instrumentos para a coleta de dados, serão utilizados gravador de áudio e vídeo, diário de bordo da professora (que também é a pesquisadora) e questionário pós SD para análise da mesma, a qual será baseada em quatro etapas e acontecerá da seguinte forma:

→ A contextualização ocorrerá na **primeira etapa**, será composta por discussões e leitura de textos em sala com os temas efeito estufa na Terra, mudanças climáticas, políticas voltadas para a diminuição da poluição do ar entre outros. Os estudantes

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

deverão pesquisar sobre os temas citados, textos e materiais para discussão em sala de aula. A professora promoverá atitudes criativas e críticas buscando a construção da argumentação dos estudantes. Serão utilizadas **quatro horas-aula** previstas para os dias 04/06/2019 à 11/06/2019, para constituição desses dados.

→Na **segunda etapa** serão propostos aos alunos os conteúdos de Física associados ao motor à combustão. Para incluir aspectos relacionados à Termodinâmica, como, a 1º lei da termodinâmica, a 2º lei da termodinâmica, máquinas térmicas entre outros, serão utilizadas **duas horas-aula** que ocorrerão no dia 18/06/2019.

→A **terceira etapa** consistirá em focar nas máquinas térmicas na sociedade, abordando o motor a combustão, discutindo as tecnologias nos motores quatro tempos, e destacando os pontos positivos e negativos dessa tecnologia tanto para a sociedade, quanto ao ambiente. Para o bom desempenho dessa etapa, serão utilizadas **duas horas-aula** no dia 25/06/2019.

→Na **quarta etapa** será abordado o júri simulado, propondo aos estudantes um debate, referente aos pontos positivos e negativos da tecnologia, discutindo seus efeitos como as mudanças climáticas, efeito estufa que foram os temas controversos expostos no primeiro momento. Serão utilizadas **sete horas-aula** nessa etapa, que ocorrerão entre os dias 02/07/2019 à 13/08/2019.

Durante todo o processo (em todas as etapas) de execução da SD, serão utilizados os instrumentos de gravação de áudio e vídeo e diário de bordo da professora para constituição de dados.

O questionário pós SD possui quinze questões de múltipla escolha. Com ele pretendemos entender os pontos de vista que os estudantes obtiveram sobre os tópicos CTSA utilizados na SD. As respostas são pessoais e intransferíveis, assim como a interpretação dos estudantes em cada questão. Não poderá ser solicitado nenhum tipo de ajuda no momento da resolução (como: cadernos, livros, computadores, celulares, ajuda dos colegas e/ou intervenção da professora). Serão utilizadas **duas horas-aula** no dia 20/08/2019 para resolução do questionário.

Todas as imagens e vídeos produzidos durante a pesquisa ficarão em sigilo, serão utilizadas tarjas no rosto para preservar a identidade dos participantes; e todo material audiovisual será descartado após a utilização.

Ao concordar voluntariamente com a Pesquisa você estará participando das atividades sobre mudanças climáticas e suas relações com a termodinâmica na escola, durante algumas aulas de Física, e terão acesso a todos os materiais que auxiliam no desenvolvimento dessa prática. Durante o desenvolvimento do trabalho, há a possibilidade de incompreensão de alguns termos, que serão prontamente esclarecidos. A sua participação na pesquisa é voluntária e caso você opte por não participar, não terá nenhum prejuízo ou represálias. Caso não participe da pesquisa, você será atendido em uma sala, separadamente dos demais estudantes que estejam participando da pesquisa, com outras atividades referentes à disciplina de Física, sendo assistido por uma pedagoga do colégio.

Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Enquanto participante da pesquisa você tem direito de: a) deixar o estudo a qualquer momento e b) de receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa. Além disso, você tem a liberdade de retirar o seu consentimento a qualquer momento

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

sem penalização. Além disso, terá acesso a todos os dados e resultados da pesquisa, caso tenha interesse.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio: _____).

() não quero receber os resultados da pesquisa.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DOS PAIS E/OU RESPONSÁVEIS
PELOS PARTICIPANTES DA PESQUISA:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito. Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas. Eu receberei uma cópia assinada e datada deste Documento DE ASSENTIMENTO INFORMADO.

Nome do participante: _____

Assinatura: _____ Data: __/__/__

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome do (a) investigador (a): Beatriz Jaqueline Sant' Ana

Assinatura: _____ Data: __/__/__

Se você ou os responsáveis por você tiverem dúvidas com relação ao estudo, direito do participante, ou no caso de riscos relacionados ao estudo, deve contatar a investigadora do estudo ou membro de sua equipe: Beatriz Jaqueline Sant' Ana, telefone celular: (41) 9 9630-7393, ou você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos direitos do seu filho (a) como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se os pais e/ou responsáveis considerarem que a pesquisa não está sendo realizada da forma como foi informado ou que seu filho (a) está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Programa de Pós-Graduação em Formação Educacional, Científica e Tecnológica



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

Título da Pesquisa: Mudanças Climáticas e Abordagem CTSA : uma sequência didática para o ensino de Física.

Pesquisadora: Beatriz Jaqueline Sant' Ana

Endereço: Rua Romênia, 44 casa 02, Nações–Fazenda Rio Grande – PR.

Telefone: 41 99630-7393

Email: santana_biajaque@hotmail.com

Local de realização da pesquisa: Colégio Estadual Dr. Décio Dossi. localizado á Rua Amoreira, nº65, Bairro Eucaliptos, Fazenda Rio Grande – PR, Cep: 83.820-515.

A) INFORMAÇÕES AOS PAIS E/OU RESPONSÁVEIS PELOS PARTICIPANTES

Prezado (a) Senhor (a), inicialmente agradecemos por sua presença neste Colégio segundo o convite que lhe fizemos, cujo interesse consiste em tratar de uma pesquisa educacional que pretendo realizar com a turma na qual o seu (sua) filho (a) está matriculado (a).

Seu (sua) filho (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada ‘Mudanças Climáticas e Abordagem CTSA: uma sequência didática para o ensino de Física’, na qual os estudantes matriculados na turma de 2º ano A do Ensino Médio deste Colégio – que inclui seu filho (a) –, foram convidados, porém a participação não é obrigatória. Também, a qualquer momento seu (sua) filho (a) poderá desistir e retirar o seu consentimento, e se isso ocorrer não trará nenhum prejuízo na relação com a pesquisadora ou com a instituição. A pesquisadora é a mesma Professora de Física. O consentimento que o (a) Senhor (a) fará é livre e esclarecido, o que significa que terá tempo (de uma semana a contar da data de hoje) para decidir.

1. Apresentação da pesquisa.

Esta pesquisa ocorrerá durante 17 horas-aulas nos horários das aulas de Física. Com ela, pretende-se avaliar a viabilidade da aplicação de uma sequência didática de Situação de Estudo a partir do tema ‘Mudanças Climáticas’ numa perspectiva de proporcionar aos estudantes a tomada de consciência sobre os efeitos da ação humana no meio ambiente, especialmente quanto ao aquecimento global.

2. Objetivos da pesquisa.

Nesse sentido, espera-se que o desenvolvimento da sequência didática (de aulas), fundamentada na perspectiva de educação que relaciona intrinsecamente Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) no ensino de Física, contribua para que os estudantes tenham condições de se posicionar de forma crítica acerca de assuntos que envolvam conhecimentos da Física sobre mudanças climáticas e relações da termodinâmica na sociedade contemporânea. E como objetivos específicos:

- Identificar a possibilidade de inserção da abordagem CTSA com foco em mudanças climáticas e suas relações com a termodinâmica com fundamentos em obra de Bruno Latour.

Rubrica do Pesquisador Rubrica do participante da pesquisa

- Elaborar uma sequência didática envolvendo mudanças climáticas e suas relações com a termodinâmica no âmbito da Física no Ensino Médio;
- Desenvolver a sequência didática, que desencadeará o produto educacional;

3. Participação dos estudantes na pesquisa.

Esta pesquisa tem o intuito de tratar educacionalmente uma sequência didática (SD), que será realizada com 45 estudantes, da turma do 2º ano A, do Ensino Médio, (com idades entre 15 e 17 anos) do turno da manhã do Colégio Estadual Dr. Décio Dossi, localizado à Rua Amoreira, nº65, Bairro Eucaliptos, Fazenda Rio Grande – PR, Cep: 83.820-515.

O tempo estimado para realização da SD será de 17 horas-aula, no período de 10 semanas, com previsão de realização no período de 04/06/2019 à 20/08/2019 durante as aulas de Física.

Quanto aos instrumentos para a coleta de dados, serão utilizados gravador de áudio e vídeo, diário de bordo da professora (que também é pesquisadora) e questionário pós SD para análise da mesma, a qual será baseada em quatro etapas e acontecerá da seguinte forma:

→A contextualização ocorrerá na **primeira etapa**, será composta por discussões e leitura de textos em sala com os temas efeito estufa na Terra, mudanças climáticas, políticas voltadas para a diminuição da poluição do ar entre outros. Os estudantes deverão pesquisar sobre os temas citados, textos e materiais para discussão em sala de aula. A professora promoverá atitudes criativas e críticas buscando a construção da argumentação dos estudantes. Serão utilizadas **quatro horas-aula** previstas para os dias 04/06/2019 à 11/06/2019, para constituição desses dados.

→Na **segunda etapa** serão propostos aos alunos os conteúdos de Física associados ao motor à combustão. Para incluir aspectos relacionados à Termodinâmica, como, a 1º lei da termodinâmica, a 2º lei da termodinâmica, máquinas térmicas entre outros, serão utilizadas **duas horas-aula** que ocorrerão no dia 18/06/2019.

→A **terceira etapa** consistirá em focar nas máquinas térmicas na sociedade, abordando o motor a combustão, discutindo as tecnologias nos motores quatro tempos, e destacando os pontos positivos e negativos dessa tecnologia tanto para a sociedade, quanto ao ambiente. Para o bom desempenho dessa etapa, serão utilizadas **duas horas-aula** no dia 25/06/2019.

→Na **quarta etapa** será abordado o júri simulado, propondo aos estudantes um debate, referente aos pontos positivos e negativos da tecnologia, discutindo seus efeitos como as mudanças climáticas, efeito estufa que foram os temas controversos expostos no primeiro momento. Serão utilizadas **sete horas-aula** nessa etapa, que ocorrerão entre os dias 02/07/2019 à 13/08/2019.

Durante todo o processo (em todas as etapas) de execução da SD, serão utilizados os instrumentos de gravação de áudio e vídeo e diário de bordo da professora para constituição de dados.

O questionário pós SD possui quinze questões de múltipla escolha. Com ele pretendemos entender os pontos de vista que os estudantes obtiveram sobre os tópicos CTSA utilizados na SD. As respostas são pessoais e intransferíveis, assim como a interpretação dos estudantes em cada questão. Não poderá ser solicitado nenhum tipo de ajuda no momento da resolução (como: cadernos, livros, computadores, celulares, ajuda dos colegas e/ou intervenção da professora). Serão utilizadas **duas horas-aula** no dia 20/08/2019 para resolução do questionário.

4. Confidencialidade.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a participação do estudante. Os dados das atividades não serão identificados pelo nome do seu (sua) filho (a), mas por um código ou pseudônimo. Assim, a pesquisadora manterá um registro de inclusão dos participantes de maneira sigilosa, contendo códigos, nomes e endereços para uso próprio. Os formulários de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Termo de Consentimento para Uso de Imagem e Som de voz assinados pelos pais serão mantidos pela pesquisadora em confidência estrita, juntos em um único arquivo.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos:

Poderá haver o risco de constrangimento dos estudantes durante todo o processo de execução da sequência didática. Para minimizar os riscos, todos os procedimentos serão antecipadamente explicados aos estudantes sobre as diferentes etapas do projeto, bem como serão sanadas todas as dúvidas sobre sua realização e/ou implementação.

5a) Benefícios:

Favorecer a aprendizagem e contribuir para a participação ativa do estudante considerando aspectos da sociedade e do dia a dia dele. A abordagem do tema considerará aspectos que relacionem uma formação crítica sobre mudanças climáticas, considerando questões ambientais.

Relacionar conteúdos científicos com tecnologia, socioambientais e culturais, promover a relação dialógica entre professor e aluno nas discussões que se desenvolverão, tendo como foco a tomada de decisão, formação crítica e cidadã dos estudantes.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

Inclusão: Estudantes matriculados em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, do turno da manhã do Colégio que participará da pesquisa.

Exclusão: Estudantes que estejam afastados do colégio durante a pesquisa (licença médica e/ou atestado médico).

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

A qualquer momento o estudante poderá desistir e retirar o consentimento dos pais. A recusa não trará nenhum prejuízo em relação com a pesquisadora ou com a instituição. Os estudantes presentes que não participarem da pesquisa serão atendidos em uma sala, separadamente dos demais que estejam participando da pesquisa, com outras atividades referentes à disciplina de Física, sendo assistidos por uma pedagoga do colégio. O estudante poderá receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa.

Os pais podem assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio: _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa.

8. Ressarcimento e indenização.

Rubrica do Pesquisador Rubrica do participante da pesquisa



Para esta pesquisa não haverá custo para os participantes, sendo assim, pode não ter ressarcimento.

No entanto, o direito a indenização é obrigatório e haverá indenização sempre que a pesquisa ocasionar algum tipo de dano ao participante, conforme a Resolução CNS nº466, de 12 de dezembro de 2012.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos direitos dos estudantes como participantes da pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se o estudante considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como foi informado ou que está sendo prejudicado de alguma forma, os pais podem entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494 e-mail: coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu, _____ declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às questões a propósito da participação direta (ou indireta) do meu filho (a) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, permitir a participação do meu filho (a) neste estudo, permitindo que a pesquisadora relacionada neste documento obtenha **fotografia, filmagem ou gravação de voz** dos mesmos para fins de pesquisa científica/ educacional. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda. Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas ao meu filho (a) possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devendo ser identificado por nome e sim por um código ou pseudônimo. Estou consciente que meu filho (a) pode deixar a pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo: _____
 RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/___ Telefone: _____
 Endereço: _____
 CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____
 Assinatura: _____ Data: ___/___/___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Beatriz Jaqueline Sant' Ana
 Assinatura pesquisador (a): _____ Data: ___/___/___
 (ou seu representante)

Rubrica do Pesquisador Rubrica do participante da pesquisa



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Formação Educacional, Científica e Tecnológica



Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Beatriz via e-mail: santana_biajaque@hotmail.com ou telefone: (41) 9 9630-7393.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br

ANEXO D – Termo de Compromisso e de Confidencialidade de Dados



Ministério da Educação
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Programa de Pós-Graduação em Formação Educacional, Científica e Tecnológica



TERMO DE COMPROMISSO E DE CONFIDENCIALIDADE DE DADOS

Título da Pesquisa: “Mudanças Climáticas e Abordagem CTSA: uma sequência didática para o ensino de Física no Ensino Médio”

Nós, **Beatriz Jaqueline Sant’ Ana** e **João Amadeus Pereira Alves**, pesquisadores responsáveis pelo projeto de pesquisa intitulado “Mudanças Climáticas e Abordagem CTSA: uma sequência didática para o ensino de Física”, comprometemo-nos a dar início a este estudo somente após apreciação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e registro de aprovado na Plataforma Brasil.

Com relação à coleta de dados da pesquisa, os pesquisadores, abaixo firmados, asseguram que o caráter anônimo dos Alunos da Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná serão mantidos e que suas identidades serão protegidas.

As fichas clínicas ou outros documentos submetidos não serão identificados pelo nome, mas por um código.

Os pesquisadores manterão um registro de inclusão dos participantes de maneira sigilosa, contendo códigos, nomes e endereços para uso próprio. Os formulários de **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** assinados pelos pais e/ou responsáveis pelos participantes serão mantidos pelo pesquisador em confidência estrita, juntos em um único arquivo.

Asseguramos que os pais e/ou responsáveis pelos alunos da Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná receberão uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que poderá ser solicitada de volta no caso do seu filho (a) não mais desejar participar da pesquisa.

Curitiba, ___ de _____ de ____

 Beatriz Jaqueline Sant’ Ana

 João Amadeus Pereira Alves

ANEXO E – Concordância da instituição coparticipante

ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
COLÉGIO ESTADUAL DR DÉCIO DOSSI
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO



SEED-PR

CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE QUE PARTICIPA DO PROJETO QUE ESTÁ SENDO SUBMETIDO AO CEP QUE ENVOLVE DIRETAMENTE PARTICIPANTES HUMANOS

Curitiba, ___ de _____ de ____

Senhor (a) Coordenador (a),

Declaramos que nós, do Colégio Estadual Dr. Décio Dossi, estamos de acordo com a condução do projeto de pesquisa **“MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ABORDAGEM CTSA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO”**, sob a responsabilidade de Beatriz Jaqueline Sant’ Ana, nas nossas dependências, tão logo o projeto seja aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, até o seu final em julho 2019.

Estamos cientes que os participantes da pesquisa serão os alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio do período diurno, bem como de que o presente trabalho deve seguir a Resolução 466/2012 (CNS) e complementares.

Da mesma forma, estamos cientes que os pesquisadores somente poderão iniciar a pesquisa pretendida após encaminharem, a esta Instituição, uma via do parecer de aprovação do estudo emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Atenciosamente,

Joselaine dos Santos Vzorek
Diretora geral do Colégio Estadual Dr. Décio Dossi