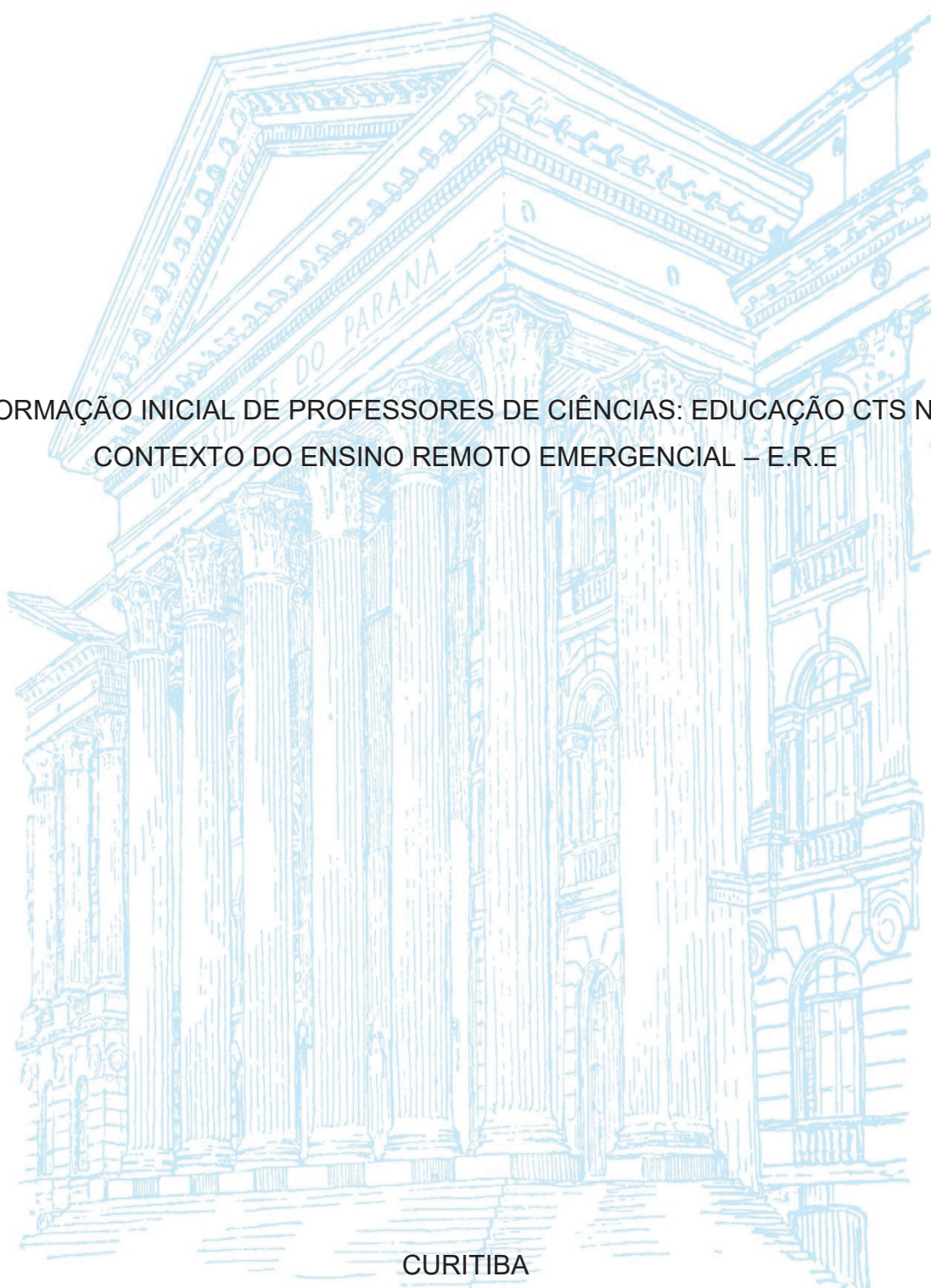


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SÉRGIO LUIZ PEREIRA NUNES

FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: EDUCAÇÃO CTS NO
CONTEXTO DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL – E.R.E



CURITIBA
2022

SÉRGIO LUIZ PEREIRA NUNES

FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: EDUCAÇÃO CTS NO
CONTEXTO DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL – E.R.E

Tese de Doutorado apresentada como requisito para a
obtenção de grau de Doutor no Programa de Pós-
Graduação em Educação do Setor de Educação da
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Odisséa Boaventura de
Oliveira

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DO CAMPUS REBOUÇAS

Nunes, Sérgio Luiz Pereira.

Formação inicial de professores de ciências _ educação CTS
no contexto do Ensino Remoto Emergencial – E.R.E / Sérgio Luiz
Pereira Nunes. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de
Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

Orientadora: Profª Drª Odisséa Boaventura de Oliveira

1. Educação – Estudo e ensino. 2. Ensino a distância. 3.
Professores – Formação. 4. Ciências – Estudo e ensino. 5.
Professores de ciência. I. Oliveira, Odisséa Boaventura de. II.
Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação
em Educação. III. Título.

Bibliotecária: Maria Teresa Alves Gonzati CRB-9/1584



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO -
40001016001P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **SÉRGIO LUIZ PEREIRA NUNES** intitulada: **FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: EDUCAÇÃO CTS NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL - ERE**, sob orientação da Profa. Dra. ODISSÉA BOAVENTURA DE OLIVEIRA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

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

CURITIBA, 30 de Junho de 2022.

Assinatura Eletrônica
12/07/2022 16:17:45.0
ODISSÉA BOAVENTURA DE OLIVEIRA
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
12/07/2022 16:35:43.0
CRISTIANE MUENCHEN
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA)

Assinatura Eletrônica
12/07/2022 15:54:20.0
LEONIR LORENZETTI
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
15/07/2022 13:11:26.0
ROSEMAR AYRES DOS SANTOS
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL)

Rockefeller nº 57 ? Rebouças - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80230-130 - Tel: (41) 3535-6255 - E-mail: ppge.academico@ufpr.br
Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 205777
Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 205777

*A meus pais Nelson Rodrigues Nunes e
Ana Pereira Nunes, in memoriam.*

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Odisséa Boaventura de Oliveira pelos ensinamentos, pela inspiração e paciência ao longo desse percurso. Seu amplo conhecimento, cultura e compromisso com a educação foram uma espécie de farol para mim nos últimos quatro anos. Seu compromisso com a educação repercutiu profundamente no meu desenvolvimento acadêmico, profissional, moral e ético.

À professora Dra. Monica Ribeiro Silva (UFPR), oradora brilhante, cujas aulas interpostas por rigorosa conceituação, exemplos práticos e históricos, unidos por uma meticulosa análise, convertem-se em espaço de conhecimento sobre o campo educacional e o currículo.

Ao professor Dr. Leonir Lorenzetti (UFPR), referencial na pesquisa sobre educação científica, com habilidade incomum na condução de debates controversos e que trouxe inestimável contribuição na precisão conceitual do debate em torno da educação CTS e da alfabetização científica e tecnológica.

À professora Dra. Ivanilda Higa (UFPR), pelas contribuições iniciais na disciplina de Seminário de Tese, onde foram debatidas ideias centrais da sequência didática e, posteriormente, na Banca de Qualificação, onde novas sugestões acrescentaram qualidade à pesquisa.

À professora Dra. Cristiane Muenchen (UFSM), convidada da banca que me auxiliou com seus escritos, artigos e tese, e depois na Banca de qualificação com inestimáveis sugestões e críticas, sobretudo, para o aprofundamento da discussão sobre os três Momentos Pedagógicos.

Ao Instituto Federal do Acre-IFAC, por sua política institucional de investir na qualificação de professores, visando promover a melhoria da qualidade das funções de ensino, pesquisa e extensão.

À CAPES, visto que, “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil — Código de Financiamento 001”.

Por fim, agradeço aos meus familiares e amigos pelo inestimável e incondicional apoio, paciência e carinho durante todo o percurso.

Parece que enquanto o conhecimento técnico expande o horizonte do pensamento e da atividade do homem, sua autonomia como um indivíduo, sua capacidade de resistir ao crescente aparato de manipulação de massa, seu poder de imaginação, seu juízo independente, são aparentemente reduzidos. O avanço nos meios técnicos de esclarecimento é acompanhado por um processo de desumanização. Assim, o progresso ameaça anular o próprio objetivo que ele supostamente deveria realizar – a ideia de homem. (HORKHEIMER, 2015, p. 8).

RESUMO

A Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS, tem sido uma tendência no ensino de ciências em todos os níveis e está consolidada como uma alternativa ao atendimento de demandas educacionais hodiernas, agravadas no contexto da pandemia da COVID-19. Nesse sentido, o problema de pesquisa parte da pergunta sobre as possíveis contribuições e limites que uma proposta de (re)configuração na disciplina de Física II, estruturada a partir da educação CTS e de Eixos de Alfabetização Científica, pode trazer para os Professores em Formação Inicial – PFI, situados no 5º período do curso de Licenciatura em Química do IFAC-campus Xapuri. Já o objetivo geral centrou-se em identificar e analisar potencialidades, limites e contribuições da inserção didática da educação CTS e dos eixos da Alfabetização Científica nos licenciandos. A abordagem teórico-metodológica investigativa adotada referenciou a construção de um modelo didático a partir da elaboração de uma Sequência Didática - SD, balizada na temática de relevância social, intitulada “Eita! Faltou luz”, estruturada em abordagem didática referenciada nos “Três Momentos Pedagógicos - 3MP”. A pesquisa de natureza qualitativa teve a abordagem de “intervenção pedagógica”, e os registros obtidos para análise de dados procederam de questionários e produções textuais individuais e coletivas. A análise dos dados, obtidos nesse processo foram interpretados à luz da análise do conteúdo, com suporte do *software* ATLAS.ti. Tal procedimento analítico forneceu subsídios para avaliar que a investigação da temática de relevância social, estruturada no modelo didático proposto, potencializou a associação de relações CTS em diferentes níveis, trouxe motivação aos PFI e favoreceu o desenvolvimento da tomada de decisões. Com relação à promoção da alfabetização científica e tecnológica, a análise dos dados revelou uma apropriação diferenciada por grupo de indicadores. Dentre os obstáculos encontrados pode-se apontar para o desafio do caráter interdisciplinar da educação CTS e a precária mediação do Ensino Remoto Emergencial-ERE, perpassado pela falta de conectividade e inadequadas interfaces físicas de estudo, as quais confluíram em prejuízo da comunicação, da capacidade de expressão, da argumentação e, por conseguinte, do diálogo profícuo.

Palavras-chave: Educação Científica; Educação CTS; Ensino de Ciências; Ensino Superior; Formação Inicial de Professores.

ABSTRACT

Education Science, Technology and Society - CTS, has been a trend in science teaching at all levels and is consolidated as an alternative to meet today's educational demands, aggravated in the context of the COVID-19 pandemic. The research problem was restricted to delimiting the possible contributions and limits that a proposal of (re)configuration in the Physics II discipline, structured from the CTS education and Scientific Literacy Axes, can bring to Teachers in Training Initial – PFI, from the 5th period of the Degree in Chemistry at IFAC-campus Xapuri. On the other hand, the general objective focused on identifying and analyzing potentialities, limits and contributions of the didactic insertion of STS education and axes of Scientific Literacy, in the undergraduates. The investigative methodological theoretical approach adopted referred to the construction of a didactic model from the elaboration of a Didactic Sequence - SD, based on a theme of social relevance, entitled “Eita! There was no light”, structured with a didactic approach referenced in the “Three Pedagogical Moments - 3MP”. The qualitative research had the approach of “pedagogical intervention”, and the records obtained for data analysis came from questionnaires and individual and collective textual productions. Data analysis obtained in this process were interpreted in light of content analysis, supported by the *ATLAS.ti* software. This analytical procedure provided subsidies to assess that the investigation of the theme of social relevance, structured in the proposed didactic model, potentiated the association between STS relationships at different levels, brought motivation to PFIs and favored the development of decision-making. Regarding the promotion of scientific and technological literacy, data analysis revealed a differentiated appropriation by group of indicators. Among the obstacles found, we can point to the challenge of the interdisciplinary character of CTS education and the precarious mediation of Emergency Remote Teaching-ERE, permeated by the lack of connectivity and inadequate physical study interfaces, which have resulted in the detriment of communication, the capacity for expression, argumentation and, therefore, fruitful dialogue.

Keywords: Science Education; STS Education; Science Teaching; University Education; Initial Teacher Training.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - TECNOCRACIA: CRONOLOGIA DE IMPACTOS.....	33
QUADRO 2 - ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: LINHA DO TEMPO	45
QUADRO 3 - EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL	46
QUADRO 4 - POLISSEMIA DA AC: ÂMBITO INTERNACIONAL	49
QUADRO 5 - POLISSEMIA DA AC: AUTORES NACIONAIS	49
QUADRO 6 - AC: EIXOS ESTRUTURANTES	51
QUADRO 7 - AC: GRUPO DE INDICADORES.....	51
QUADRO 8 - OCORRÊNCIA DE ESPII EM HUMANOS.....	53
QUADRO 9 - SELEÇÃO DE TESES PARA REVISÃO DE LITERATURA	66
QUADRO 10 - CATEGORIZAÇÃO DAS TESES ANALISADAS	69
QUADRO 11 - PPC DO CURSO DE LIC. EM QUÍMICA – IFAC CAMPUS XAPURI....	78
QUADRO 12 - CURSO DE LIC. EM QUÍMICA: ESTRUTURA DOS NÚCLEOS....	80
QUADRO 13 - CURSO DE LIC. EM QUÍMICA: ÁREA PEDAGÓGICA.....	81
QUADRO 14 - CURSO DE LIC. EM QUÍMICA: AUTORES CTS	81
QUADRO 15 - PESQUISA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: SÍNTESE	85
QUADRO 16 - PESQUISA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA – CONTEXTO....	86
QUADRO 17 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “EITA! FALTOU LUZ.”	89
QUADRO 18 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA: O MODELO DIDÁTICO	93
QUADRO 19 - DESENHO DA PESQUISA.....	96
QUADRO 20 - CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA	101
QUADRO 21 - ERE: O OBSTÁCULO DA CONECTIVIDADE	104
QUADRO 22 - TURMA 2018: O PERCURSO DO APAGAMENTO	105
QUADRO 23 - QUESTIONÁRIO INICIAL: RELAÇÕES CTS.....	109
QUADRO 24 - O PROBLEMA DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA....	113
QUADRO 25 - COSIP: HIPÓTESES PARA ENFRENTAMENTO	130
QUADRO 26 - ATIVIDADE FINAL: E-MAIL PREFEITO DE XAPURI-AC	131
QUADRO 27 - ATIVIDADE FINAL: E-MAIL OUVIDORIA DA ENERGISA	131
QUADRO 28 - QUESTIONÁRIO FINAL: ATIVIDADES COLETIVAS.....	132
QUADRO 29 - QUESTIONÁRIO FINAL: A APRENDIZAGEM	132
QUADRO 30 - QUESTIONÁRIO FINAL: O PROCESSO FORMATIVO.....	133

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - QUATRO PERSPECTIVAS MODERNAS PARA TECNOLOGIA	38
FIGURA 2 - IFAC: UNIDADES REGIONAIS	74
FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE IFS NO BRASIL.....	75
FIGURA 4 - AULA 2: OBSTÁCULOS	104
FIGURA 5 - QUESTIONÁRIO DE IDEIAS PRÉVIAS DE FÍSICA.....	106
FIGURA 6 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI1	110
FIGURA 7 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI2	111
FIGURA 8 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI3	111
FIGURA 9 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI4	112
FIGURA 10 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI5	113
FIGURA 11 - MODELO DE REFERÊNCIA PARA RELAÇÕES CTS.....	118
FIGURA 12 - INFOGRÁFICO PFI1	119
FIGURA 13 - REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS: PFI1	120
FIGURA 14 - INFOGRÁFICO PFI2	121
FIGURA 15 - REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS: PFI2	122
FIGURA 16 - INFOGRÁFICO PFI3	123
FIGURA 17 - REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS: PFI3	124
FIGURA 18 - INFOGRÁFICO PFI4	125
FIGURA 19 - REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS: PFI4	126
FIGURA 20 - INFOGRÁFICO PFI5	127
FIGURA 21 - REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS: PFI5	127

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1 - AUTORES MAIS CITADOS NAS TESES (TOLEDO, 2017)	64
TABELA 2 - NÚMEROS DE IES POR CATEGORIA ADMINISTRATIVA SEGUNDO A REGIÃO GEOGRÁFICA E A UNIDADE DE FEDERAÇÃO DO BRASIL	72

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PANDEMIA DA COVID-19 NO BRASIL: LINHA DO TEMPO	54
GRÁFICO 2 - TICS: UTILIZAÇÃO PIONEIRA PELOS PFI	103
GRÁFICO 3 - IDEIAS PRÉVIAS DE FÍSICA: FREQUÊNCIA DE PALAVRAS	107
GRÁFICO 4 - PRINCIPAIS PERTURBAÇÕES NAS LTRB	115
GRÁFICO 5 - PERTURBAÇÕES NA REDE POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	116
GRÁFICO 6 - PERTURBAÇÕES NA REDE POR QUEIMADAS	116

LISTA DE DIAGRAMA

DIAGRAMA 1 - CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	65
--	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURA

ATD	- Análise Textual Discursiva
CES	- Câmara de Educação Superior
CONIF	- Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica
CONSU	- Conselho Superior do IFAC
COSIP	- Contribuição Iluminação Pública
COVID	- (CO)rona (VI)rus (D)isease
EBTT	- Educação Básica Técnica e Tecnológica
EPT	- Educação Profissional e Tecnológica
ERE	- Ensino Remoto Emergencial
ESPII	- Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional
ETFPEL	- Escola Técnica Federal de Pelotas
FAPESP	- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
FM - USP	- Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
HCoVs	- Coronavírus Humanos
IES	- Instituição de Ensino Superior
IFAC	- Instituto Federal do Acre
M.I.E.	- Modelo de Investigação na Escola
NDE	- Núcleo Docente Estruturante
ONS	- Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	- Pequena Central Hidrelétrica
PDI	- Plano de Desenvolvimento Institucional
PFI	- Professores em Formação Inicial
PPC	- Projeto Pedagógico de Curso
PROCEL	- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SARS	- A Síndrome Respiratória Aguda Grave
SETEC	- Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
SIGAA	- Sistema Integrado de Gestão das Atividades Acadêmicas
SIN	- Sistema Interligado Nacional
TICs	- Tecnologias de Informação e Comunicação
WI-FI	- Wireless Fidelity

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	EDUCAÇÃO CTS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	27
2.1	TECNOCRACIA: DO EMPIRISMO DE BACON AO SONAMBULISMO TECNOLÓGICO DE WINNER.....	27
2.2	O MOVIMENTO CTS	35
2.2.1	Educação CTS: Um Panorama	36
2.2.2	A Tecnologia em CTS: Suas Múltiplas Percepções.....	37
2.2.3	Educação CTS: Uma Educação para Cidadania	41
2.2.4	Alfabetização Científica: Origens, Significados e Sentidos.....	43
2.2.5	Educação CTS e ACT: Um diálogo com a pandemia da COVID-19	52
3	EDUCAÇÃO CTS: REVISÃO SISTEMÁTICA E LICENCIATURA DE QUÍMICA	63
3.1	EDUCAÇÃO CTS E FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	63
3.2	O CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTS	71
3.2.1	O Contexto da Região Norte no Ensino de Ciências	71
3.2.2	Licenciatura em Química: Uma Perspectiva CTS.....	76
3.2.3	Licenciatura em Química: PPC e educação CTS	77
3.2.3.1	PPC e CTS: Matriz Curricular e Autores	79
3.2.3.2	Considerações sobre o Curso de Química e Educação CTS	82
4.	PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	83
4.1	A PESQUISA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA.....	84
4.1.1	Pesquisa de Intervenção Pedagógica: Primeira Fase	85
4.1.2	Pesquisa de Intervenção Pedagógica: Segunda Fase	86
4.1.3	Pesquisa de Intervenção Pedagógica: Terceira Fase	96
4.1.3.1	A contextualização dos instrumentos de pesquisa	97
5.	ANÁLISE DE DADOS	99
5.1	SUJEITOS DA PESQUISA	101
5.2	AVALIAÇÃO DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL – E.R.E.....	102
5.3	ANÁLISE DAS IDEIAS PRÉVIAS DE FÍSICA	106
5.4	ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DAS RELAÇÕES CTS	109
5.5	FATORES DE PERTURBAÇÕES NA REDE BÁSICA - FPRB.....	114

5.6	INFOGRÁFICOS E REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS	117
5.7	TOMADA DE DECISÃO: A PARTICIPAÇÃO NA SOCIEDADE.....	129
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
	REFERÊNCIAS	141
	APÊNDICE 1	154
	APÊNDICE 2	155
	APÊNDICE 3	157
	APÊNDICE 4	158
	APÊNDICE 5	159
	APÊNDICE 6	160
	APÊNDICE 7	161
	APÊNDICE 8	162

TRAJETÓRIA PESSOAL

Lembro de quando Ciência e Tecnologia se tornaram visíveis para mim. Tinha seis anos, em 20 de julho de 1969. Logo após esse período, astronautas, foguetes, planetas, satélites e estrelas povoaram meu imaginário. A partir desse período, a ideia de que a Ciência e a Tecnologia constituíam um caminho de compreensão sobre o cenário espacial era gradativamente estabelecida.

Ademais, a figura de meus pais é um dos fatores primordiais para a minha constante busca por conhecimento. Eles, pessoas advindas de classe operária, que desde a infância lidaram com o trabalho infantil e a precária escolarização entendiam a educação formal como meio de mobilidade social, transmitindo a mim esses valores.

Nesse contexto, meu pai, ferroviário de profissão, fez um curso de rádio técnico por correspondência e praticava o labor num pequeno cômodo da casa. Eu acompanhava atentamente o ofício de consertos de televisores e rádios, sempre com muitos questionamentos ao meu pai. Lembro-me da curiosidade ser instigada ao me deparar com peças eletrônicas com emissão de luz (válvulas) e som (alto-falantes). Já outras eram maciças e continham faixas coloridas (resistores e capacitores), por sua vez nos televisores existia uma, que em circunstâncias específicas de teste, emitia descargas elétricas com coloração levemente azulada (*fly back*).

A partir das experiências vivenciadas em minha casa e no acompanhamento de toda a evolução da tecnologia, fui percebendo, gradualmente, que a fantástica imagem do homem na Lua só era possível porque havia ciência e tecnologia. Tal percepção se mostrava à maneira de um guia seguro para que eu pudesse buscar respostas e, sem dúvidas, esse ambiente “piagetiano” contribuiu para aguçar a minha curiosidade, despertar a atenção sobre ciência e tecnologia, bem como, inspirar o meu itinerário formativo.

Já na adolescência, no ensino médio, estudei no curso Técnico em Eletrônica, na Escola Técnica Federal de Pelotas — ETFPel¹. Na sequência, trabalhei durante alguns anos como técnico de eletrônica especializado em automação industrial e, assim que pude, dediquei-me em realizar a graduação no curso de Licenciatura em Física, na Universidade Federal de Pelotas – UFPel.

¹ Hoje Instituto Federal Sul Rio Grandense, campus Pelotas-RS.

Já na graduação, exerci a docência em Física do Ensino Médio, no Colégio Municipal Pelotense². Devido a essa experiência, pude ingressar em um curso de extensão universitária, o Pró Ciências³, no ano de 1998. Na ocasião, presenciei pela primeira vez algumas dificuldades em sala de aula, entre as quais chamou-me a atenção a desmotivação manifestada pelos alunos nas aulas de Física.

O referido curso ministrado por professores do departamento de Física da UFPel e de outras universidades teve a duração de um semestre. Tal experiência proporcionou-me diversas contribuições significativas, como a troca de experiências, a preparação de material didático, a elaboração de experimentos e de projetos, além da discussão sobre tópicos de ciências.

No final do referido curso de extensão, planejei e executei um projeto de ensino na perspectiva de inovação curricular, intitulado A Física de Contato. Esse projeto objetivava ensinar conceitos de ondulatória a partir da temática expressa no filme de ficção científica Contato (1996), homônimo do livro escrito pelo astrônomo Carl Sagan, em 1986. A partir das análises dos resultados obtidos com a aplicação do projeto, identifiquei o êxito da estratégia de utilização do filme de ficção como elemento didático capaz de manter a atenção de um expressivo número de alunos. Em contrapartida, apesar da aceitação positiva entre os discentes, percebi que a motivação se manteve restrita ao período do projeto.

No mesmo período, identifiquei uma tendência compartilhada por múltiplos colegas da área, a de que: “Não havia muito a ser feito, visto que nós ensinávamos e eles não aprendiam porque não queriam!”. Contudo, tendia a discordar de tal assertiva, visto que, em minha *práxis*, a cada inovação pedagógica emergiam novas dinâmicas positivas em sala de aula. Essa reflexão incentivou-me a procurar novas abordagens metodológicas para o Ensino de Física.

Consequentemente, iniciei a pós-graduação *stricto sensu* com a adesão ao programa de Mestrado na Faculdade de Educação – UFPel. Na pesquisa, minha concepção de ciência e tecnologia traziam substanciais elementos de uma ideologia cientificista, em boa parte resultado da minha escolarização tecnicista e das minhas referências literárias, oriundas do gênero da divulgação científica⁴.

² Escola da Rede localizada na cidade de Pelotas-RS.

³ Curso destinado ao aperfeiçoamento de professores de Física das redes públicas de ensino.

⁴ Referência nos autores: Carl Sagan (1934 – 1996); Robert Jastrow (1925 – 2008); Fred Hoyle (1915 – 2001); John Gribbin (1946-); Stephen Jay Gould (1941 – 2002); Richard Dawkins (1941 -); Isaac Asimov (1920 – 1992); Arthur Clarke (1917 – 2008); Jacob Bronowski (1908 – 1974).

Destaco que, por meio dessas leituras e, não do processo de escolarização regular e formal, que entrei em contato com os principais debates acerca das interações sobre ciência, tecnologia e sociedade durante o período entre os anos 80 e 90, como, por exemplo: o efeito estufa, a diminuição da camada de ozônio, a poluição das águas, o perigo da guerra nuclear, a militarização do espaço e outros.

Ainda no programa de mestrado, meu coorientador de pesquisa, o Prof. Dr. Verno Krüger, assumiu⁵ a orientação e trouxe consigo a sugestão de investigação da educação científica na abordagem da educação Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS. Inicialmente, a polisssemia da tríade confundiu-me em meu imaginário científicista, motivando-me a aceitar a sugestão. Na sequência, a pesquisa veio mostrar a natureza do “Cavalo de Troia”, que me foi ofertado. Desde então, boa quantidade de tempo foi, e ainda é usada para exorcizar de mim o legado de uma tradição positivista que perpassou, literalmente, a educação básica, a graduação, e também, parte da pós-graduação.

Simultaneamente ao estudo sobre a educação CTS, surgiu a opção metodológica referenciada pelo Modelo de Investigação na Escola – M.I.E com base em Porlán e Rivero (1998). Assim, no programa de mestrado intencionei realizar a aproximação destes dois referenciais na tentativa de construir um modelo didático. Nessa perspectiva, desenvolvi o projeto de ensino intitulado, RELUZ: energia e suas transformações no contexto social. Tal projeto, foi desenvolvido em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, da Escola Estadual Monsenhor Queiroz, em Pelotas-RS.

Ademais, esse processo de discussão no mestrado sobre renovação do currículo de ciências e novas metodologias contribuíram somente para fragilizar o legado de uma educação positivista que pautava minha *práxis*, não havendo ruptura epistemológica como demonstrou a sequência.

Já em abril de 2015, ingressei no Instituto Federal do Acre – IFAC, campus Xapuri-AC, como professor da Educação Básica Técnica e Tecnológica – EBTT, lecionando a disciplina de Física no curso Técnico em Biotecnologia e no superior de Licenciatura em Química. A carreira de professor EBTT viabilizou uma nova experiência profissional trazendo além do ensino, a pesquisa e a extensão. O envolvimento com tal tríade potencializou a reflexão sobre a *práxis* e o ressurgiram

⁵ O referido professor assumiu a orientação em função óbito então orientador, Prof. Dr. Bernardo Buchweitz.

na reflexão aqueles desafios do início da docência há 25 anos atrás, contudo agora acrescidos de novas problemáticas. Com essas inquietações, ingressei no programa Dinter UFPR-UFAC-IFAC, Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGE, o qual me possibilitou retomar a discussão sobre os métodos educacionais e educação científica, para além dos pressupostos da educação CTS.

Após três anos, em 2018, durante o primeiro ano do programa de doutorado, cursei disciplinas condensadas e ministradas por professores do PPGE (UFPR), nas dependências da Universidade Federal do Acre-UFAC. Durante esse período, foram abordadas inúmeras discussões e reflexões que contribuíram para o desenho da minha pesquisa. No ano seguinte, as disciplinas foram cursadas na UFPR, campus Rebouças (Curitiba-PR), período “mágico” em que identifico uma ruptura de paradigma epistemológico e profissional.

Saliento também que a diversidade e profundidade das disciplinas do programa de doutoramento e a minha disponibilidade de tempo integral para pesquisa trouxeram uma imersão em leituras, reflexões e debates que possibilitaram dissipar parte da “névoa” da imprecisão conceitual à luz de sólidos referenciais teóricos. Com esse aprofundamento teórico-conceitual, entrei em contato com proposições teórico-metodológicas do positivismo, do historicismo, do marxismo, bem como, suas relações estabelecidas entre o conhecimento científico e as visões sociais do mundo (LÖWY, 2015). A partir disso, pude conhecer importantes linhas de pesquisa no currículo e seus autores, em especial as teorias críticas, sobretudo as concepções neomarxistas da Escola de Frankfurt e dos autores da Nova Sociologia da Educação.

Nessa jornada, transitei do senso comum em ambiente tecnológico na infância, para a formação tecnicista no Ensino Médio, e desta para o mundo do trabalho na automação industrial. Posteriormente, iniciei a graduação em Física, um curso com forte viés positivista. Na sequência o mestrado centrado no debate pós-moderno deixou o legado da reflexão sobre a educação CTS. Posteriormente, o programa de doutoramento PPGE-UFPR, ampliou e aprofundou os imbricamentos da educação, da cultura e da sociedade, estabelecendo um marco disruptivo na minha *práxis* docente.

1 INTRODUÇÃO

A presente tese ancora-se na ampla percepção de educadores quanto à necessidade de (re)configuração do ensino de ciências, em suas concepções teórico-metodológicas e com relação aos propósitos no mundo atual (SANTOS; SCHNETZLER, 2003; AULER; SANTOS, 2015; CARVALHO; CACHAPUZ; PÉREZ, 2012). Nessa perspectiva, assenta-se fundamentalmente na concepção de que o objetivo da educação científica é contribuir para a formação cidadã, com elevados níveis de Alfabetização Científica-AC e/ou Tecnológica (ACT) (MILARÉ; RICHETTI, LORENZETTI; FILHO, 2021; VALLE; SOARES; SÁ-SILVA, 2020; AULER; DELIZOICOV, 2001; SANTOS, 2007).

A propósito, diante da polissemia dos termos Alfabetização Científica-AC e Alfabetização Científica e Tecnológica-ACT, estabelece-se para a presente pesquisa a respeito dos significados, siglas e sentidos a percepção de convergência quanto às finalidades almejadas para uma educação científica voltada para a formação da cidadania, com protagonismo da tomada de decisões em questões que envolvem ciência e tecnologia. Neste sentido, e no entendimento de que a presente pesquisa pretende em sua proposta didático-pedagógica enfatizar o caráter de não neutralidade da ciência e da tecnologia, opta-se pela designação ACT.

Para Auler (2003, p. 75), ACT implica no “[...] ensino de conceitos associado à problematização de construções historicamente realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, potencializando, assim, uma compreensão crítica sobre interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade”.

Paulo Freire (2002), em sua *Pedagogia da Autonomia*, discute que a educação como uma forma de intervenção no mundo um esforço ambivalente, tanto para a reprodução da ordem social como para a resistência ideológica. Já Porlán e Rivero (1998) enfatizam que a educação escolar é uma intervenção dirigida na vida do aluno, realizada pelo professor. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2006, p. 16) no âmbito da educação científica, admite-se que, “O trabalho docente está impregnado de intencionalidade, pois visa a formação humana por meio de conteúdos e habilidades, de pensamento e ação, o que implica escolhas, valores, compromissos éticos”.

Nesta perspectiva, Pozo e Crespo (2009, p. 15) asseveram que é preocupante o diagnóstico de que nesse processo formativo intencional, “a maioria dos alunos não

aprende a ciência que lhes é ensinada”. Desta forma, paradoxalmente via educação científica, reproduz-se uma inadequada compreensão do conhecimento científico, da ciência, da tecnologia e de suas relações com a sociedade.

Carvalho e Pérez (1993), numa extensa lista de saberes epistemológicos e metodológicos necessários de serem desenvolvidos na formação docente, manifestam explicitamente os propósitos da educação CTS:

Conhecer as interações Ciência/Tecnologia/Sociedade associadas à referida construção, sem ignorar o caráter, em geral, dramático, do papel social das Ciências (Gruender e Tobin, 1991), e a necessidade de tomada de decisão. (AIKENHEAD, 1985 *apud* CARVALHO; PÉREZ, 1993, p. 24).

Destacam, as autoras, a necessidade de que a formação de professores, inicial e continuada, deva incluir “experiências de tratamento de novos domínios, para os quais não se possui, logo de entrada, a formação científica requerida”. (*Ibidem*, p. 26). Também enfatizam a centralidade da inovação metodológica no currículo da formação inicial de professores, pois “o treinamento de professores para a estruturação destes programas (investigação) supõe, sem dúvida, uma das tarefas mais complexas em sua formação” (*Ibidem*, p. 49).

Outro aspecto de fundamental importância na formação de professores de ciências diz respeito a superação da falsa dicotomia em relação às concepções do professor realizador e do pesquisador, visto que ambos são indissociáveis, constituindo a pesquisa como “uma necessidade formativa de primeira ordem” (*Ibidem*, p. 64), posto que:

Esta intervenção dos professores na pesquisa não tem, é claro, como objetivo prioritário ao desenvolvimento da pesquisa, mas sim apresenta-se como uma exigência da atividade docente: “uma das formas mais efetivas para que um professor tenha a tarefa que lhe é própria, ou seja, ensinar”. (VERNA; BEARD, 1981 *apud* CARVALHO; PÉREZ, 1993, p. 63).

Por sua vez, Freire (2002), em sua *Pedagogia da Autonomia*, aborda essa questão enfaticamente, ao afirmar que *ensinar exige pesquisa*.

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade. (FREIRE, 2002, p. 30).

Em consonância ao que foi posto, a educação CTS requer saberes interdisciplinares, abordagens metodológicas inovadoras, problematizadoras e investigativas que consigam associar o ensino e a pesquisa. Ou seja, requer do currículo uma compreensão dinâmica, distante da perspectiva tradicional do currículo. Uma perspectiva ampliada do currículo deve considerar que:

O currículo é muitas coisas ao mesmo tempo: ideias pedagógicas, estruturação de conteúdo de uma forma particular, detalhamento dos mesmos, reflexo de aspirações educativas mais difíceis de moldar em termos concretos, estímulo de habilidades nos alunos etc. Ao desenvolver uma prática concreta de modo coerente com quaisquer desses propósitos, o professor desempenha um papel decisivo. (SACRISTÁN, 2000, p. 173).

Em termos de currículo, Sasseron e Machado (2017) asseguram que pouco adianta a atualização curricular quando o ensino é mediado por metodologias distantes do fazer e pensar o ensino de ciências. Nesse sentido, enfatizam a necessidade de trazer a ciência para o currículo, para além da mera inclusão de disciplinas científicas. Para os autores, o que importa é garantir processos formativos que desenvolvam aspectos pertinentes à construção e validação do conhecimento científico.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) destacam também, dentre outras questões: a superação do senso comum, a concepção de ciência e tecnologia como cultura, a superação do livro didático e a aproximação entre a pesquisa e o ensino em ciências.

Outro aspecto a ser observado no ensino de ciências, diz respeito ao paradigma da mudança conceitual, muito influente nas décadas de 80 e 90. Para Martins (2012), a lógica de estabelecer o conflito cognitivo para promover a superação das ideias prévias mostrou-se equivocada, além de que “[...] veiculava uma visão internalista da ciência, em que os conceitos científicos eram o centro da educação científica”. (MARTINS *in* CARVALHO; CACHAPUZ; PÉREZ, 2012, p. 168).

Resumidamente, a educação CTS no ensino de ciências pode contribuir para a construção de uma melhor qualidade de vida, em um mundo sócio tecnológico, permeado por valores sociais e éticos. Para Santos e Auler (2011), apesar da pluralidade de variações no âmbito desta educação em ciências, não podemos mais ignorá-lo ou subestimá-lo no processo de formação inicial de professores de ciências.

Nesse sentido, independentemente do *slogan*, pressupõe-se a resignificação necessária do papel do professor, pois:

[...] o professor é o grande articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, nos quais os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido com a finalidade de resolver situações-problema, em consonância com suas condições intelectuais, emocionais e contextuais. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

Inspirado pelos apontamentos acima, realizou-se uma pesquisa de intervenção pedagógica referenciada nos pressupostos da educação CTS e da alfabetização científica, junto aos Professores em Formação Inicial-PFI, do 5.º semestre do curso de Licenciatura em Química, IFAC – Campus Xapuri. Tal intervenção foi desenvolvida na disciplina de Física II, uma disciplina básica de formação geral, na organização curricular do curso. Fato este que contraria a lógica dominante nos cursos de licenciatura em ciências, cuja inserção da educação CTS, fica circunscrita a disciplinas pedagógicas, como, por exemplo, Didática e Estágio Supervisionado.

Assumiu-se a premissa de que a inserção da educação CTS, nas disciplinas do núcleo básico do currículo, pode contribuir com o processo formativo crítico dos PFI, atendendo tanto às questões cognitivas e sociocientíficas, como também, aos desafios sociais hodiernos, indissociáveis do desenvolvimento de valores (SANTOS; AULER, 2011).

A partir desta contextualização, o **problema da pesquisa** se debruça sobre a seguinte questão: Quais são as contribuições e os limites que uma proposta de (re)configuração da disciplina de Física II, estruturada a partir da educação CTS e de Eixos de AC, podem trazer para os professores em formação inicial do curso de Licenciatura em Química do IFAC-Campus Xapuri?

Questão que leva a pesquisa a atingir o **objetivo geral** de identificar e analisar as potencialidades, os limites e as contribuições da inserção didática da educação CTS e dos eixos da ACT na disciplina de Física para os PFI do curso de Licenciatura em Química. Esse objetivo se desdobra nos seguintes **objetivos específicos**:

- a) avaliar os indicadores de ACT em PFI do curso de Química a partir da implementação e avaliação de uma sequência didática referenciada nos pressupostos da educação CTS e de eixos da ACT;

- b) identificar e analisar nos materiais produzidos pelos PFI na SD referenciada pela educação CTS, a apropriação de conceitos científicos e a manifestação de relações CTS;
- c) analisar as diferentes formas de expressão dos PFI: sistematização de informações, levantamento de hipóteses e tomada de decisão.

Neste sentido, a presente pesquisa buscou dialogar com a formação inicial de professores de ciências, na compreensão de que os cursos de licenciatura se constituem em *lôcus* fundamentais para a ressignificação do conhecimento científico e tecnológico, bem como de seus propósitos no fortalecimento da (re)construção social.

Portanto, vislumbro que esta pesquisa pode trazer, ao proporcionar resposta ao problema proposto e ampliar as formulações teóricas, subsídios para:

- a) Contribuir com a pesquisa acadêmica no tocante às possibilidades da (re)construção da identidade profissional na formação inicial de professores e ciências, ensejando repercussão futura no ensino praticado por esses sujeitos aqui investigados;
- b) Fortalecer estudos sobre a educação CTS, especialmente no ensino superior, uma área ainda pouco explorada segundo a revisão bibliográfica realizada;
- c) Ampliar a discussão sobre a (re)configuração do currículo de ciências nas licenciaturas de ciências da natureza;
- d) Possibilitar a reflexão sobre a realidade dos alunos, da comunidade local afetada pelos problemas abordados na temática da energia elétrica.

No próximo capítulo, busca-se no referencial da educação CTS, subsídios teóricos para uma educação científica e tecnológica voltada para a cidadania. A partir disso, empreende-se uma análise histórica retrospectiva da consolidação das noções da ciência e da tecnologia enquanto processos neutros, cada vez mais incorporados à ideologia capitalista. Na alfabetização científica, assume-se o mesmo tom retrospectivo para mostrar a ampla dificuldade de sua inserção no currículo, dado seu evidente potencial antagônico à lógica de pedagogias hegemônicas fundadas na tecnocracia. Concluiu-se então, com uma discussão sobre como a pandemia da

COVID-19 trouxe didaticamente, em meio a barbárie, a visibilidade das controvérsias científicas, os seus usos sociais e os discursos ideológicos sobre ciência e tecnologia.

No terceiro capítulo, realiza-se a revisão sistemática de literatura na perspectiva de situar a presente pesquisa no contexto educacional sobre a educação CTS no Ensino de Ciências, no Brasil, voltado para a formação inicial de professores de ciências. Nesta unidade, também é apresentado um estudo da organização curricular do curso de Licenciatura em Química do IFAC-Campus Xapuri, objetivando a produção de análises de (re)configuração curricular no referencial de educação CTS.

O capítulo 4 apresenta o referencial teórico-metodológico que embasou a corrente tese, em alinhamento com a pesquisa qualitativa com abordagem no estudo de intervenção pedagógica.

No capítulo 5, apresenta-se a análise dos dados da pesquisa qualitativa pela metodologia de Análise do Conteúdo com o auxílio do *software ATLAS.ti*. Nessa perspectiva de investigação do problema desenvolveu-se um processo de codificação dedutiva com categorias, códigos e subcódigos que pretendem capturar o significado de um conjunto de unidades de registros selecionadas que constituem os dados da pesquisa.

Por fim, nas Considerações Finais, apresenta-se uma síntese do percurso investigativo, trazendo os limites e as potencialidades do modelo didático no desenvolvimento da proposta interventiva junto aos PFI do curso de Química, do IFAC-Campus Xapuri-AC.

A seguir, apresento as bases teóricas da educação CTS e da Alfabetização Científica como importantes construtos de uma proposta para professores em formação inicial em ciências.

2 EDUCAÇÃO CTS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

No presente capítulo investigam-se os aspectos relevantes ao percurso histórico da ciência e da tecnologia consolidadas como um processo neutro, destituído de valores e sua ideologia pela tecnocracia. Na sequência, dar-se-á uma breve visão histórica sobre as críticas ao modelo tecnocrático e ao surgimento do Movimento Ciência Tecnologia e Sociedade — CTS, com sua estruturação e contribuições para o subsequente pensamento latino-americano para Ciência e Tecnologia — PLACTS.

2.1 TECNOCRACIA: DO EMPIRISMO DE BACON AO SONAMBULISMO TECNOLÓGICO DE WINNER

O que é ciência? Quais suas características? Como se relaciona com a tecnologia e a sociedade?

Para Palacios *et al.* (2003, p. 14), “O vocábulo *ciência* deriva do latim *scientia*, substantivo etimologicamente equivalente a *saber, conhecimento*”. Sua origem remonta aos pensadores pré-socráticos, também denominados de filósofos da natureza, na Grécia Antiga, por volta do século VI a.C (SAGAN, 1980). Um conhecimento que passou desde então a ser sistematizado, tornando-se um marco explicativo para os fenômenos da natureza, mas que também acabou impulsionando novas técnicas e tecnologias que reconfiguraram os meios de produção, de comunicação, o transporte e, enfim, a própria percepção do homem e da sociedade.

O desenvolvimento da ciência se fez acompanhar de uma visão sobre o mundo e sobre a própria ciência, com consequências para o homem e a natureza. Um importante elemento que serviu para justificar os usos sociais da ciência e da tecnologia, foi o conceito de neutralidade, uma vez que isso justificaria uma ideologia que impactaria a sociedade e o ambiente. Neste sentido,

A ideia de neutralidade do conhecimento científico tem sua origem nas próprias condições de seu surgimento como tal, a partir do sec. XV, como uma oposição ao conhecimento (ou pensamento) religioso. Este sim, era considerado como claramente não-neutro, uma vez que tinha por objetivo intervir na realidade social através dos fiéis a ponto de pretender a transformação e a converter ou dar combate aos adeptos de outras crenças. (DAGNINO, 2002, p. 4).

O experimentalista inglês Francis Bacon⁶ em *Novum Organum* (2002), ou *Nova Ordem*, escrito originalmente em 1620, por se colocar em oposição a filosofia aristotélica e ao Platonismo, analisou os efeitos práticos de três invenções que reconfiguraram as sociedades: a pólvora (guerra), a bússola (navegação) e a imprensa (literatura). Wildson Santos (2007) destaca que essa obra já se reportava ao papel da ciência a serviço da humanidade, pois, nas palavras do próprio Bacon (2002, p. 56): “a verdadeira e legítima meta das ciências é a de dotar a vida humana de novos inventos e recursos”. Tal percepção desloca, assim, a ênfase do saber científico da mera descrição dos fenômenos naturais para a sua aplicação no contexto social (via tecnologia), expondo eloquentemente a ideia de Bacon (2002, p. 11) de que, “Ciência e poder coincidem [...]”.

Apesar de o próprio Bacon ter relativizado o curso histórico quase autônomo da ciência e da tecnologia benfeitoras com seus “ídolos da mente”, sua perspectiva acerca da ciência e da técnica como forças propulsoras neutras do progresso humano tornou-se uma visão social de mundo, amplamente difundida desde então.

Com o advento da modernidade, sob o ideal iluminista do século XVIII, vincula-se o humano à pessoa autônoma, que atua sobre a realidade (natureza e sociedade) por meio do uso da razão. O filósofo prussiano Immanuel Kant em *O que é Esclarecimento?* (2013), faz um convite ao homem para que ele saia de sua menoridade — em latim, *Sapere Aude* —, numa mudança da heteronímia (tutelado) para a autonomia (por si mesmo). Neste contexto destaca-se que:

O Iluminismo foi o primeiro movimento importante que, ao mesmo tempo e não por acaso, questionou o pensamento religioso e potencializou a ideia da neutralidade. O positivismo, a partir do final do século XVIII, e tendo como base o pensamento de Bacon e Descartes, contribuiu para reforçá-la. (DAGNINO, 2002, p. 4).

O triunfo do Iluminismo como a vitória da razão humana na dessacralização da natureza traz a ideia de progresso como um conjunto de ações humanas, na reorganização do mundo agora sob domínio do homem. Tal entendimento é, em geral,

⁶ Francis Bacon (1561-1626) filósofo inglês conhecido como “pai da experimentação”, seu método científico era entendido basicamente como um método indutivo para o descobrimento de leis e fenômenos.

justificado pelo sucesso das duas primeiras revoluções industriais⁷, e também, por uma extensa lista de descobertas científicas que impactaram a sociedade.

Harari (2020a) observa que a II Revolução Industrial, em especial, contribuiu para promover uma verdadeira engenharia social ao transferir para a sociedade os ritmos de tempos e os padrões de normatização das fábricas.

A Revolução Industrial transformou o horário e a linha de montagem num modelo para quase todas as atividades humanas. Pouco depois que as fábricas impuseram suas exigências de tempo ao comportamento humano, as escolas também adotaram horários precisos, seguidas por hospitais, repartições públicas e mercadinhos. (HARARI, 2020a, p. 373).

Já no tocante as principais descobertas e invenções, advindas do final do século XIX e da primeira metade do século XX, pode-se destacar: o radar concebido em (1904), mas com uso (1930), a penicilina (1928), o transistor (1947), a Bomba Atômica (1945) e a pílula anticoncepcional (1955). A penicilina e o anticoncepcional impactaram a medicina, a saúde e o comportamento humano. Já o transistor impulsionou uma revolução na eletrônica estendendo-se a todas as outras áreas do conhecimento: espacial, informática, automação, telecomunicações e transportes, entre outras tantas.

O episódio da concepção e construção da Bomba Atômica pelo governo dos EUA, sob codinome de Projeto Manhattan⁸, marcou o final do conflito da 2 Guerra Mundial e consolidou um modelo de cooperação entre o complexo científico-militar e a indústria, sob o auspício da política de estado. Trata-se de um importante marco da tecnocracia e a consolidação de uma visão de mundo, segundo a qual “+ ciência = + Tecnologia = + Bem-estar social”, doravante chamado de Modelo Linear de Desenvolvimento (PALACIOS *et al.*, 2003).

Justamente nesse período de conflagração bélica mundial, o avanço científico e tecnológico se fez acompanhar de uma profunda crise moral e ética. Neste contexto histórico emergem duas análises, diametralmente opostas, refiro-me à publicação do relatório *Ciência, a Fronteira Final*, de 1945, escrito pelo engenheiro e político

⁷ A Primeira Revolução Industrial (séc. XVII) na Inglaterra, com a máquina a vapor, a transição do feudalismo para o capitalismo e a industrialização. Já a II Revolução Industrial (séc. XIX) EUA/Alemanha e Japão, com ênfase no motor a combustão, eletricidade, ferrovias. Expansão da industrialização e linhas de produção (Fordista-Taylorista)

⁸ Projeto Manhattan (1942-1947) projeto secreto científico-militar dos EUA, bem sucedido na construção das primeiras bombas de fissão. Mobilizou grande aporte de recursos e de infraestrutura.

estadunidense Vannevar Bush⁹ e *A Dialética do Esclarecimento*, de 1944, dos sociólogos e filósofos alemães Theodor Adorno e Max Horkheimer¹⁰.

O engenheiro elétrico do Massachusetts Institute of Technology (MIT), Vannevar Bush, teve papel proeminente na articulação da cooperação científico-militar que uniu no esforço de guerra, engenheiros, cientistas, pesquisadores civis e representantes de indústrias nos E.U.A, o que culminou exitosamente no Projeto Manhattan. Em agosto de 1945, ele entrega ao presidente Harry Truman, dos EUA, seu famoso relatório *Ciência, a Fronteira Final*, o qual, numa apologia à tecnocracia, torna-se importante referência para o financiamento e a estruturação da pesquisa na segunda metade do século XX, conforme pode-se depreender do fragmento abaixo.

Os avanços na ciência, quando colocados em prática, significam mais empregos, salários maiores, jornadas de trabalho menores, colheitas mais abundantes, mais tempo para a recreação, para o estudo, para aprender a viver sem o trabalho mortalmente fatigante que tem sido a sina do homem comum há eras. Os avanços na ciência também trarão padrões de vida mais elevados, levarão à prevenção ou à cura de doenças, permitirão a preservação dos nossos recursos naturais, que são limitados, e nos darão meios de nos defendermos de agressões. Mas, para atingir esses objetivos – garantir um alto nível de emprego, manter uma posição de liderança mundial –, o fluxo de novos conhecimentos científicos deve ser contínuo e substancial. (BUSH, 2010, p. 93).

Já a análise sociológica contida na obra *A Dialética do Esclarecimento*, dos sociólogos e filósofos alemães Adorno e Horkheimer (1985), buscava compreender como a sociedade alemã, afeita ao ideal iluminista, com elevado padrão científico e tecnológico, índices de escolarização e acesso às artes e à cultura, pôde produzir um regime totalitário e a barbárie nazista. Em suas próprias palavras “O que nos propusemos era de fato, nada menos do que descobrir por que a humanidade, em vez de entrar em um estado verdadeiramente humano, está se afundando numa nova espécie de barbárie”. (ADORNO; HORKHEIMER, 1985, p. 11).

Tais autores, convergem em suas análises para uma crítica ao Iluminismo, o qual referem-se como um “programa de esclarecimento”, pela razão instrumental. Começam por criticar um dos seus notáveis precursores, o filósofo inglês Francis Bacon,

⁹ Vannevar Bush (1890-1974) engenheiro, inventor e político estadunidense, um personagem central no desenvolvimento da bomba atômica e pela ideia do memex — visto como um conceito pioneiro, precursor da World Wide Web.

¹⁰ Theodor Ludwig Wiesengrund-Adorno (1903-1969) e Max Horkheimer (1895-1973), foram dois filósofos e sociólogos alemães associados à Primeira Geração da Escola de Frankfurt.

O saber que é poder não conhece nenhuma barreira, nem na escravização da criatura, nem na complacência em face dos senhores do mundo. Do mesmo modo que está a serviço de todos os fins da economia burguesa na fábrica e no campo de batalha, assim também está à disposição dos empresários, não importa sua origem. (ADORNO; HORKHEIMER, 1985. p. 18).

Esses autores sustentam a concepção de que a centralidade da razão instrumental corrompeu o ideal do Iluminismo, o qual pretendendo afastar o mito do homem, tornou, ele próprio, em mito convertido. Asseguram, ainda, que a ideia de progresso técnico-científico, centrada na razão instrumental, é incapaz de dialogar com a ética, ou de frear iniciativas que afrontam a moral, como, por exemplo, as armas químicas, físicas e biológicas de destruição em massa, os regimes totalitários e os campos de concentração nazistas.

Para esses sociólogos, não é paradoxal que a civilização produza a barbárie, pois não são antônimos! Com o advento da modernidade, a concepção de neutralidade científica, sob a égide do iluminismo, avançou com o positivismo do século XIX, culminando na ideia de que o conhecimento científico seria a única forma de conhecimento verdadeiro, portanto superior. O avanço da burguesia, do capitalismo e da industrialização, foram agentes fundamentais na consolidação da noção de razão reduzida à lógica de instrumento para obtenção de determinados fins. Nessa perspectiva, a civilização sob a ideologia da eficiência e do progresso, no uso da racionalidade técnica, é fonte geradora da dominação dos indivíduos e da natureza, num processo que normatiza e banaliza a destruição e a repressão.

Mais tarde, em 1947, no livro *O Eclipse da Razão*, Max Horkheimer (2015) reforça a tese expressa em *Dialética do Esclarecimento*:

Parece que enquanto o conhecimento técnico expande o horizonte do pensamento e da atividade do homem, sua autonomia como um indivíduo, sua capacidade de resistir ao crescente aparato de manipulação de massa, seu poder de imaginação, seu juízo independente, são aparentemente reduzidos. O avanço nos meios técnicos de esclarecimento é acompanhado por um processo de desumanização. Assim, o progresso ameaça anular o próprio objetivo que ele supostamente deveria realizar – a ideia de homem. (HORKHEIMER, 2015, p. 8).

Outro pensador da Escola de Frankfurt, Jürgen Habermas (2014), ao refletir sobre essa sociedade tecnocrática na era da gestão política cientifizada, consolidada pela tecnocracia, justamente no período da 2ª Guerra Mundial, reforça a ideia anterior ao defender que:

Há apenas poucas gerações que burocratas, militares e políticos se orientam por recomendações estritamente científicas no cumprimento de suas funções públicas [...]. Com isso é alcançado um novo patamar de 'racionalização' já descrito por Max Weber segundo os termos de formação especializada da dominação burocrática nos Estados Modernos. (HABERMAS, 2014, p. 152).

Desde então, o paradigma da neutralidade científica e a tecnocracia avançaram no contexto social, de tal forma que, "ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heroica da conquista cognitiva e material da natureza". (PALACIOS *et al.*, 2003, p. 121).

Crítico de determinismo tecnológico, Feenberg (2003) sustenta que essa progressiva racionalização acontece tanto no capitalismo como no socialismo burocrático, com a prevalência da administração tecnocrática. Assevera o autor que essa ideologia fomenta realizações tecnológicas, que fortalecem estruturas sociais centralizadoras e hierárquicas, impondo a lógica autoritária de verticalização nas relações humanas, para além da esfera do trabalho. Tal concepção determinista e neutra da tecnologia abrange um amplo espectro ideológico no pós-guerra.

[...] Marx e os teóricos da modernização do pós-guerra acreditaram que a tecnologia era o criado neutro das necessidades humanas básicas. A teoria substantiva não faz tal suposição sobre as necessidades a que a tecnologia serve e não é otimista, mas crítica. Nesse contexto, a autonomia da tecnologia é ameaçadora e malévola. A tecnologia uma vez liberta fica cada vez mais imperialista, tomando domínios sucessivos da vida social. (FEENBERG, 2003, p. 62).

De fato, o avanço da tecnocracia e de sua ideologia de determinismos tecnológicos, fizeram-se sentir nas sociedades e no ambiente, gerando insatisfação quanto: a desigualdade social; a pobreza; a automação industrial; o desemprego; a contaminação por pesticidas (DDT); os desastres envolvendo a energia nuclear; a corrida armamentista; a degradação ambiental e as guerras da Coreia e do Vietnã (CUTCLIFF, 2003). Desse modo,

A sociedade que tinha sido objeto de condenação global na década de 60 agora era desafiada de maneira concreta e específica. A poluição industrial, as práticas de nascimento de bebês, o tratamento experimental da Aids, tudo era contestado por esses novos movimentos sociais em termos das consequências dos designs técnicos sobre a vida, saúde e dignidade. Temas semelhantes apareciam no movimento trabalhista e evidenciavam aversão à tecnologia da produção. (FEENBERG, 2000, p. 2).

O QUADRO 1, referenciado em Palacios *et al.* (2003) é representativo dos severos impactos socioambientais causados pela tecnocracia na sociedade.

QUADRO 1 - TECNOCRACIA: CRONOLOGIA DE IMPACTOS

Data	Fato	Implicação/Consequência
1957	Lançamento do Sputnik — 1º satélite a orbitar a Terra.	Convulsão social, política e educacional nos E.U.A e outros países.
	Acidente no reator nuclear de Windscale (Inglaterra).	Gera nuvem radiativa que se desloca pela Europa Ocidental
	Explode o depósito nuclear Kyshtym (URSS — Montes Urais)	Contaminação de extensa área na antiga URSS.
1958	Criação da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço — NASA (E.U.A).	Consequência do “Efeito Sputnik”.
1959	Publicação do livro <i>The Two Cultures and the Scientific Revolution</i> . C. P. Snow ¹¹	Denuncia o abismo existente entre as culturas humanística e científico-técnica
Dec. 60	Desenvolvimento do movimento contracultural.	Luta política contra o sistema. Vincula seus protestos com a tecnologia.
	Começa a desenvolver-se o movimento pró-tecnologia alternativa.	Reivindicam tecnologias amigáveis aos seres humanos e promovem a luta contra o estado tecnocrático.
1961	Proibição da Talidomida. (Europa)	Mais de 2500 anomalias congênitas (Europa) Muitos casos no 3 mundo e no Brasil.
1962	Publicação do livro <i>Silent Spring</i> (1962). Por Raquel Carson.	Denúncia do pesticida “DDT ¹² ”. Início do movimento Ecológico
1963	Tratado de Interdição Parcial de Testes Nucleares (EUA-Grã-Bretanha-URSS)	Proibição de testes nucleares no espaço, na atmosfera e sob a água — permitidos no subsolo.
	Afunda o submarino nuclear <i>USS Thresher</i> , seguido do <i>USS Scorpion</i> (1968).	Posteriormente três submarinos nucleares soviéticos afundam (1970, 1983, 1986).
1966	Queda B-52 com 4 bombas de H (Palomares, Almería — Espanha).	Contamina uma ampla área com radioatividade.
1966	Movimento de oposição à proposta de criar um banco de dados nacional nos EUA.	Liderado por profissionais da informática, baseados em motivos éticos e políticos.
1967	Acidente com petroleiro Torry Canyon Inglaterra.	Espalha grande quantidade de petróleo nas praias do sul da Inglaterra.
1968	Papa Paulo VI e a carta encíclica <i>Humanae Vitae</i> .	Torna pública a rejeição contra o controle artificial da natalidade.
	Fortes Manifestações e revoltas nos EUA contra a guerra do Vietnã.	Participação norte-americana, incluiu métodos bélicos como o uso do “napalm”.
	Protestos generalizados contra o sistema. EUA e Europa.	Movimentos diversos: pacifistas, ecologistas, “hippie”.

FONTE: Adaptado de Palacios *et al.* (2003, p. 122)

¹¹ C. P. Snow (1905-1980) físico molecular e romancista britânico

¹² Trata-se do pesticida diclorodifeniltricloroetano

Em oposição à vinculação da ideologia tecnocrática nas sociedades modernas, acima discutida, Herbert Marcuse (1973), em sua análise da ideologia na sociedade industrial tecnológica, destacou que essa racionalidade técnica se torna totalitária ao dominar todo o processo produtivo, desde a geração da necessidade, até a produção e a distribuição.

Nesse sentido Marcuse (1973, p. 18) assevera que:

Nessa sociedade, o aparato produtivo tende a tornar-se totalitário, no quanto determina não apenas as oscilações, habilidade e atitudes socialmente necessárias, mas também as necessidades e aspirações individuais. Oblitera, assim, a oposição entre existência privada e pública, entre necessidades individuais e sociais. A tecnologia serve para instituir formas novas, mais eficazes e agradáveis de controle social e coesão social.

Visto que a tecnologia não pode ser desvinculada do destino que lhe é dada, Marcuse (*Ibidem*, p. 19) insiste na necessidade de se banir a persistente noção de neutralidade tecnológica: “A sociedade tecnológica é um sistema de dominação que já opera no conceito e na elaboração das técnicas.”

Tal processo de submissão dos seres humanos ao controle técnico pela tecnocracia,

[...] perpetua as estruturas do poder das elites herdadas do passado de forma tecnicamente racional. Nesse processo, mutilam-se seres humanos, a natureza e a própria tecnologia. Uma diferente estrutura de poder criaria uma tecnologia diferente, com consequências diferentes. (FEENBERG, 2013, p. 106)

Nessa sociedade tecnocrática, da normatização, dos padrões, da hierarquia e do artificialismo, o homem é percebido como um ser autômato, inconsciente e desumanizado, face a lógica de produção capitalista. Incapaz de refletir sobre o processo tecnológico que o reconstrói, não reage as limitadas condições de existência, que lhe é imposta. A essa condição existencial de passividade e subjugação à tecnologia, Winner (1987) denomina de “Sonambulismo Tecnológico.”

A seguir, examino o Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), surgido nos anos 60 pela confluência de diversos movimentos culturais, ambientais e pacifistas que contestavam a ideologia da tecnocracia e seus efeitos socioambientais.

2.2 O MOVIMENTO CTS

De acordo com Palacios *et al.* (2003), o surgimento e a constituição do movimento CTS reflete a confluência de diversos segmentos da sociedade que passaram a contestar a gestão tecnocrática da sociedade, bem como os seus valores e efeitos socioambientais.

É um sentimento social e político de alerta, de correção do otimismo do pós-guerra, que culmina no simbólico ano de 1968, com o auge do movimento contra-cultural e de revoltas contra a guerra do Vietnã. Desde então, os movimentos sociais e políticos anti-sistema fazem da tecnologia moderna e do estado tecnocrático o alvo de sua luta. (GONZÁLEZ GARCIA, LÓPEZ CEREZO Y LUJÁN, 1996, p. 123 *apud* PALACIOS *et al.* 2003, p. 121).

Pela expressão movimento ciência, tecnologia e sociedade (CTS), entende-se:

Um campo de trabalho acadêmico cujo objeto de estudo está constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais que influem na mudança científico-tecnológica, como no que diz respeito às consequências sociais e ambientais. (PALACIOS *et al.*, 2003, p. 119).

Para Santos e Mortimer (2000, p. 113), o avanço do movimento CTS fundamentou-se na incorporação de “questões relativas aos aspectos econômicos e políticos da ciência.”

Especialmente na América Latina, existe uma linha de pesquisa denominada Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS), caracterizada não somente por questionar as consequências sociais do desenvolvimento científico-tecnológico ou seus antecedentes, mas, principalmente, por criticar o modelo de política científico-tecnológica adotado nos países latino-americanos, baseado em países do chamado primeiro mundo e contrário às necessidades regionais (DAGNINO *et al.*, 2003).

A seguir, discutem-se os pressupostos teóricos da educação CTS reconhecidos pela comunidade internacional como uma das orientações mais relevantes para a educação científica básica e, por isso, é frequentemente sugerida como eixo estruturador de uma nova (re)configuração curricular do Ensino das Ciências. Desta forma, representa importante referencial no ensino de ciências nas duas últimas décadas, como uma alternativa às orientações da pedagogia capitalista.

2.2.1 Educação CTS: Um Panorama

Por educação CTS entende-se uma proposta de educação científica que se constituiu gradativa e concomitantemente nos EUA e na Europa, cujas raízes encontram-se na confluência de vários movimentos na década de 60 e 70, entre os quais o ambientalista, o pacifista, o feminista, a contracultura, entre outros. Apesar da diversidade, os movimentos apresentavam um núcleo comum, ou seja, a crítica à tecnocracia, sua ideologia e a imposição de seus valores culturais, bem como seus vetores de organização social, como o trabalho, o patriotismo e o nacionalismo.

A Educação CTS, no ensino de ciências, está consolidada mundialmente desde a década de 80 (AULER, 2007; BAZZO, 1998; SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Já no panorama educacional brasileiro, sua presença converge para o consenso na década de 90. Santos e Schnetzler (2010), por exemplo, aludem que no Brasil as pesquisas em educação CTS começaram a surgir somente no final dos anos 90. Para Strieder e Kawamura (2017, p. 28), “foi na década de 1990 que tiveram início as primeiras pesquisas envolvendo essa temática, dentre essas, as realizadas por Amorin (1995); Auler (2002); Cruz (2001); Santos (1992) e Trivelato (1993).”

De acordo com Aikenhead (2003), a educação CTS envolvida no ensino de ciências tem por objetivo consolidar uma educação científica para a cidadania, sendo requerida por professores da área de ciências descontentes com a prática do ensino focado na formação de cientistas.

Santos (2012) enfatiza que os estudos CTS possuem foco nas inter-relações entre os três elementos da tríade e remetem aos propósitos de uma educação científica com metas da “alfabetização científica vinculadas pela interseção de propósitos entre o ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania no sentido da participação na sociedade”. Do ponto de vista educacional, o autor ainda esclarece que:

Assim pode-se caracterizar a proposta curricular de CTS como correspondendo a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (LUJÁN, LÓPEZ e LÓPEZ CEREZO, 1996). (SANTOS, 2012, p. 51).

Essas diferentes abordagens traduzem-se por vezes em inúmeros *slogans* associados a tríade CTS, como no caso do CTSA, com discussões sobre os significados da sustentabilidade e da educação ambiental. Contudo, seja qual for o enfoque adotado, a presente pesquisa concorda com a ênfase dada por Auler (2007), na qual a educação CTS deve:

[...] promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão na natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual. (AULER, 2007, p. 1)

Para além das siglas, das tendências europeias centradas na filosofia e na natureza, da ciência a estadunidense com foco nas aplicações e consequências da tecnologia, da PLACTS na América Latina com sua pertinente crítica a transferência da tecnologia, o fato é que tanto o movimento como a educação CTS, implicam em uma profunda ressignificação do conhecimento científico, da ciência, da tecnologia e da sociedade, como também das relações que se estabelecem entre elas.

A seguir, passo a contextualizar o conceito de tecnologia, objeto de extensa e importante análise na literatura CTS.

2.2.2 A Tecnologia em CTS: Suas Múltiplas Percepções

Na América do Norte dizemos que as ‘armas não matam as pessoas, as pessoas matam as pessoas’. Armas são um meio independente dos fins agregados a ele pelo usuário, seja roubar um banco, seja executar a lei. Dizemos que a tecnologia é neutra, o que significa que não há preferência entre os vários usos possíveis a que possa ser posta. Essa é a filosofia instrumentalista da tecnologia, que é um tipo de produto espontâneo de nossa civilização, irrefletidamente assumida pela maioria das pessoas. (FEENBERG, 2013, p. 57).

O termo tecnologia tem sua origem na Grécia, constituído pela junção da palavra *techné*, como uma habilidade, arte ou ofício, acrescida do sufixo – logia, que diz respeito ao conhecimento. Majoritariamente associada a um artefato ou ferramenta, num sentido utilitário, a palavra tecnologia contém, em suas origens, uma dimensão mais ampla associada ao conhecimento e ao seu desenvolvimento, para além da ideia dos processos de se fazer algo ou mesmo de seu produto.

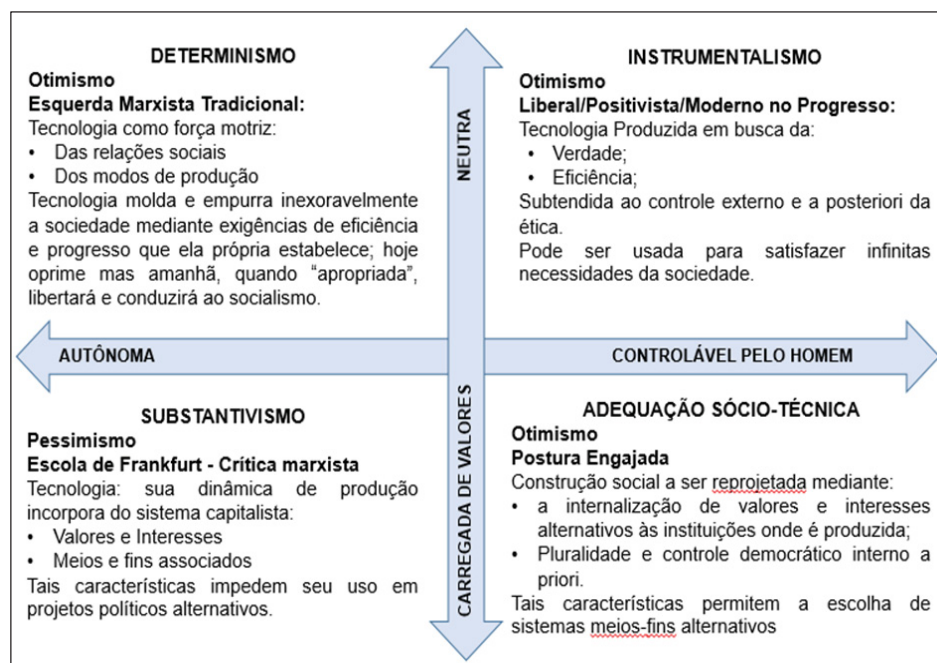
Para Andrew Feenberg (2015), em suas origens gregas, a palavra tecnologia trazia consigo para de além *techné* e *logia*, a palavra *poiesis*, que significa a atividade prática de fazer. Segundo o autor, para os gregos a palavra *techné* se associa a uma forma específica de *poiesis*:

Cada *techné* contém a essência da coisa a ser feita, que é anterior ao ato de fazer. A ideia, a essência da coisa, é assim uma realidade independente da coisa em si e também de quem a fábrica. E mais, o propósito da *coisa feita* é incluir-se em sua ideia, como vimos. Assim, em suma, embora os seres humanos façam artefatos, eles o fazem de acordo com um plano e para um propósito que é um aspecto objetivo do mundo. (FEENBERG, 2013, p. 55).

Feenberg (2013) propõe e discute quatro concepções de tecnologia. Didaticamente, o autor as distribui sobre os quadrantes do plano cartesiano, em que os eixos Y e X, respectivamente, representam os valores e poderes humanos, relativos à tecnologia, cada um com duas possibilidades. O eixo das ordenadas, remete à tecnologia ser neutra ou carregada de valores, enquanto o eixo das abscissas, diz respeito ao fato dela ser autônoma ou humanamente controlável.

A FIGURA 1 abaixo, representa uma adaptação do diagrama original de Dagnino (2010b), o qual sintetizava as quatro concepções de tecnologia, apresentadas originalmente por Feenberg (1991).

FIGURA 1 - QUATRO PERSPECTIVAS MODERNAS PARA TECNOLOGIA



FONTE: Adaptada de Dagnino (2010b).

No Instrumentalismo, temos a concepção de tecnologia herdada do Iluminismo e do positivismo que corresponde à uma visão de senso comum, bastante otimista e muito propagada pela tecnocracia. Nela, cientistas como Julius Robert Oppenheimer¹³ (inventor da Bomba de Fissão), Edward Teller¹⁴ (inventor da Bomba de Fusão) e engenheiros como Vannevar Bush, não carregam dilemas morais ou éticos, pois na tecnocracia quem define seu uso (soluções tecnológicas), é a sociedade (elite representativa) (DAGNINO, 2010a; NEDER, 2010).

Feenberg (2013) reflete sobre tal categoria associando-a ao conceito de tecnologia instrumental que chega a nós muito distante do seu significado original *techné*, dada a sua ressignificação subsequente através das passagens pela primeira revolução científica, pelo Iluminismo e positivismo, ou seja,

Aparece agora como puramente instrumental, como isenta de valores. Não responde aos propósitos inerentes, mas somente servem como meios e metas subjetivas que escolhemos a nosso bel-prazer. Para o senso comum moderno, meio e fins são independentes um do outro. (FEENBERG, 2003, p. 4).

No Determinismo, tem-se também uma visão ingênua e otimista da tecnologia, contudo, se encontra no espectro ideológico da esquerda, mais precisamente no marxismo:

Os deterministas acreditam que a tecnologia não é controlada humanamente, mas que, pelo contrário, controla os seres humanos, isto é, molda a sociedade às exigências de eficiência e progresso. Os deterministas tecnológicos usualmente argumentam que a tecnologia emprega o avanço do conhecimento do mundo natural para servir às características universais da natureza humana, tais como as necessidades e faculdades básicas. (FEENBERG, 2013, p. 59).

O Substantivismo, por sua vez, assenta-se numa visão radical, crítica e pessimista acerca da tecnologia numa sociedade capitalista. Nega a neutralidade, mas não vê alternativas para a sociedade se desprender do controle hegemônico, visto que a tecnologia, na sociedade capitalista, incorpora “substantivamente” seus

¹³ Julius Robert Oppenheimer (1904-1967) físico estadunidense que dirigiu a parte científica do Projeto Manhattan para o desenvolvimento da bomba atômica, durante a Segunda Guerra Mundial, no Laboratório Nacional de Los Alamos, no Novo México.

¹⁴ Edward Teller (1908-2003) físico estadunidense de origem húngara mais conhecido popularmente como "o pai da bomba de hidrogênio". Fez inúmeras contribuições para a física nuclear e molecular, espectroscopia e a física de superfície.

valores e interesses, excluindo outras possibilidades, outras visões e alternativas sociais (DAGNINO, 2010a).

Tal concepção de tecnologia apresenta-se bem caracterizada no romance de Mary Shelley, em *Frankenstein: Ou, o prometeu moderno*. Escrito em 1818, a criatura (tecnologia) investe contra seu criador (homem), conforme se depreende do fragmento a seguir:

Escravo, já argumentei com você, mas você se mostrou indigno de minha condescendência. Lembre-se de que tenho poder; você se considera miserável, mas posso torná-lo tão miserável que a luz do dia será odiosa para você. Você é meu criador, mas eu sou seu mestre; obedeça! (SHELLEY, 2020, p. 182).

Por fim, na Adequação Sócio técnica, as percepções de tecnologia agregada de valores e humanamente controlada juntam-se para caracterizar uma visão otimista, que entende ser possível (re)projetar tecnologias, tanto no conceito como no processo de desenvolvimento tecnológico. Isto seria possível mediante a internalização de valores e de interesses alternativos às instituições onde é produzida.

A adequação Sócio técnica é a posição defendida por Feenberg (1991), como possibilidade de pensar em escolhas e de submetê-las a controles mais democráticos nas decisões sobre o design e o desenvolvimento de tecnologias. Para esse autor, problema não está na tecnologia em si, mas nas instituições que deveriam controlar a tecnologia:

O problema não está na tecnologia em si, senão no nosso fracasso até agora em inventar instituições apropriadas para exercer o controle humano da tecnologia. Poderíamos adequar a tecnologia, todavia, submetendo-a a um processo mais democrático no design e no desenvolvimento. (FEENBERG, 2015, p. 62).

Nessa pesquisa, dado as concepções amplamente difundidas acerca da neutralidade científica e tecnológica, bem como do determinismo tecnológico, aprofunda-se a discussão sobre a concepção substantivista da tecnologia, dado suas contribuições ao reconhecimento das graves consequências do avanço ideológico da tecnocracia e de seus profundos impactos sobre a sociedade e o ambiente.

Ao encontro disso, assevera Feenberg (2013, p. 63): “Não obstante a crítica substantivista ao instrumentalismo nos ajuda a entender que as tecnologias não são instrumentos neutros. Meios e fins estão conectados.”

2.2.3 Educação CTS: Uma Educação para Cidadania

Adorno (2020; 2021) ao dirigir-se para a emancipação do homem, expõe uma visão pessimista, segundo a qual nem o conhecimento científico, tampouco a tecnologia ou mesmo a educação, podem conduzir o homem à emancipação, porque todas essas construções estão a serviço de uma ideologia que visa a dominação conservadora da formação humana.

Nesse contexto, a educação enquanto processo formativo, se restringe tão somente a uma tecnicidade, a uma “semiformação”, compreendida como uma adaptação do indivíduo às formas de controle social, na sociedade contemporânea capitalista. Para Adorno (2020, p. 27): “A semiformação é o espírito tomado pelo caráter de fetiche da mercadoria.”

Com essa perspectiva de manutenção da ordem social, a semiformação assume uma perspectiva de centralidade nos processos formativos, funcionando como um vetor de manutenção do *establishment*, ou seja, a adaptação do indivíduo e de sua subjetividade à continuidade do existente.

Para Santos e Auler (2011), é justamente nessa necessidade disruptiva de (re)construção social que a educação CTS se destaca ao promover uma educação científica crítica, indissociável do conceito de cidadania participativa e da tomada de decisões. Nesse sentido, a Educação CTS:

[...] convida-nos a construir outro modelo de CT que rompa com o velho modelo consumista movido pela lógica do lucro independentemente de suas consequências socioambientais. É nesse contexto que podemos assumir CTS como um movimento de reconstrução social. (SANTOS, 2011 *apud* SANTOS; AULER, 2011, p. 38).

Nessa mesma perspectiva de educação CTS como fortalecimento da democracia, destaca-se que a democracia e o desenvolvimento científico e tecnológico compartilham valores afins, que se potencializam mutuamente, conforme infere-se do fragmento abaixo.

[...] a ciência (tecnociência para ser mais preciso) necessita de liberdade e pensamento crítico, precisamente duas condições necessárias para as sociedades democráticas. E é precisamente por isso que o ensino de ciências é importante. (CACHAPUZ, 2012 *apud* CARVALHO; CACHAPUZ; PÉREZ, 2012, p. 13).

Freire (2002, p. 96), em sua *Pedagogia da Autonomia*, enfatiza que, “ensinar exige compreender que a educação é uma forma de intervenção no mundo”. Tal compreensão fortalece a democracia participativa, ao propor a discussão da realidade social, assumindo que a educação nunca é neutra. Para além disso, seu caráter dialético pode tanto reforçar estruturas de dominação social como lhes oferecer formas de resistências.

Quanto à inserção curricular da educação CTS, Santos (2011), referenciado em Aikenhead (1994), discute a classificação de materiais CTS em categorias de níveis distintos de inter-relações. O autor também destaca a classificação de inserção curricular conforme adotada por Luján Lopez (1994), muito utilizada por pesquisadores nacionais (AULER, 2002; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Desse ponto de vista, a inserção curricular da educação CTS ocorre a partir de determinadas categorias, entre as quais: O *Enxerto CTS*, a introdução de temas que envolvem relações CTS nos componentes curriculares de ciências; *Ciência e Tecnologia por meio de CTS*, em que estrutura-se o conteúdo científico por meio do CTS e pode ser viabilizada de forma disciplinar, multidisciplinar e transdisciplinar; o *CTS Puro*, quando o conteúdo científico fica subordinado às discussões sobre as relações e implicações das relações estabelecidas entre ciência, tecnologia e sociedade.

Já Auler e Delizoicov (2001), destacam a complexidade das tomadas de decisões em CT, estruturando currículos CTS em duas linhas, a reducionista e a ampliada, diferenciando-as:

A reducionista, em nossa análise, desconsidera a existência de construções subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico, tal como aquela que leva a uma concepção de neutralidade da Ciência-Tecnologia. Relacionamos a esta compreensão de neutralidade os denominados mitos: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico. A perspectiva ampliada, proposta neste trabalho, busca a compreensão das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), associando o ensino de conceitos à problematização desses mitos. (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 1).

Por fim, Furió e Vilches (1999), ao se reportarem aos inúmeros problemas associados à educação científica descontextualizada e desconectada dos interesses da sociedade, se reportam à imagem distorcida da ciência e dos cientistas como um grave problema que remete à origem dos estudos CTS.

Outro aspecto destacado pela pesquisa é a imagem distorcida que costuma ser apresentada dos cientistas e da ciência, sem conexão com os problemas reais do mundo que nos cerca, ou seja, sem levar em conta aspectos históricos, sociais (Bernal 1967), ecológicos etc. (FURIÓ; VILCHES, 1999, p. 4, tradução nossa).

Convergindo a essas análises, inúmeras pesquisas de modelos construtivistas referentes à mudança conceitual mostraram a insuficiência do conflito cognitivo para a superação das ideias prévias, visto que as novas representações são incorporadas por esquemas adaptativos aos anteriores, e ambos, passam a coexistir em perfis conceituais (MORTIMER, 2000). Quanto à percepção pública da Ciência, esta é evidenciada pelos os baixos índices de aprendizagem e interesse das pessoas pelas áreas das ciências (JENKINS, 1999).

2.2.4 Alfabetização Científica: Origens, Significados e Sentidos

Furió e Vilches (1999), ao refletirem sobre a educação científica e seus objetivos em uma sociedade impregnada pelo desenvolvimento tecno-científico, questionam a ênfase dada em momentos anteriores a esses aspectos nos currículos:

Nas décadas anteriores, as preocupações curriculares centravam-se quase exclusivamente na aquisição de conhecimentos científicos, de forma a familiarizar os alunos com teorias, conceitos e processos científicos. No entanto, nas décadas de 1980 e 1990, essas tendências estão mudando. (*Ibidem*, 1999, p. 2).

Os autores, ancorados em Aikenhead (1985), entendem que a educação científica tem como objetivo central o desenvolvimento da Alfabetização Científica – AC, para que os alunos sejam capazes de adotar atitudes responsáveis, assim como em tomarem decisões fundamentadas em assuntos que envolvam relações CTS. Destacam ainda que AC constitui-se, sobretudo, numa meta educacional no ensino de ciências, contemplada em inúmeras reformas curriculares nos anos 80. Enfatizam, além disso, a centralidade da formação de professores nesse processo:

Será necessário que o corpo docente se aproprie das novas diretrizes e compreenda a importância dos novos conteúdos, dos novos objetivos e finalidades do ensino de ciências, essenciais para enfrentar o desafio de formar futuros cidadãos do século XXI (FURIÓ; VILCHES, 1999, p. 2).

Mas, o que é Alfabetização científica? Quando surgiu esse conceito?

a) Alfabetização Científica: Origens

Attico Chassot (2000, 2003) começa sua abordagem sobre AC aludindo a uma passagem do livro *Il Saggiatore* (1623), de Galileu Galilei, em que a ciência é tida como uma linguagem capaz de permitir ao homem a compreensão da natureza.

Chassot (2003, p. 90) traz a reflexão da ciência constituir-se em uma forma de linguagem, como uma elaboração de conhecimentos metodicamente adquiridos “[...] pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural”. Nesse sentido, continua o autor, “[...] ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo” (*Ibidem*, p. 91).

Por sua vez, para o astrônomo e biógrafo de Galileu, Mario Livio (2021), o livro *Il Saggiatore* tinha dois objetivos. O primeiro era destruir a tese do padre jesuíta e matemático Orazio Grassi, que em seu livro *Tratado sobre os Cometas* (1618), utilizou o conceito de paralaxe para afirmar que os cometas estariam além da Lua. Galileu, por sua vez, defendia a conjectura de que os cometas seriam um fenômeno atmosférico, uma ilusão de óptica (miragem). A segunda razão, era buscar usar o livro como uma espécie de plataforma de divulgação de seus pensamentos: conceitos físicos, o atomismo e o sistema copernicano.

Livio (2021) destaca que referente aos objetivos, o primeiro, apesar do poderoso *insight* de relacionar a ciência a uma espécie de linguagem para compreender a natureza, mostrou um Galileu equivocado em sua explicação de que os cometas seriam um fenômeno atmosférico. Já o segundo intento, conforme destaca Livio (2021, p. 172) foi alcançado, uma vez que o papa Urbano VIII, “aparentemente apreciou a sátira agressiva e o sarcasmo aguçado de *O ensaiador*, já que era lido à sua mesa como forma de entretenimento”.

Historicamente, na sociedade medieval, teocrática e hierarquizada, os cometas com suas aparições repentinas e efêmeras, eram sinais de maus presságios. Também lançavam dúvidas quanto ao modelo cosmológico hegemônico, o geocentrismo. Enquanto supostamente quebravam a harmonia da natureza expressa na regularidade dos astros, a partir disso, traziam apreensão e pânico nas distintas ordens sociais do feudalismo.

Esse episódio é profícuo em lições para a educação científica, ao dar visibilidade à ciência como linguagem e à apropriação dos seus termos, bem como à natureza da ciência e suas controvérsias científicas. A propósito, Erika Takimoto (2021, p. 34) observa que, “De forma curiosa, Galileu negou dados rigorosamente coletados e apresentados por Kepler porque sua crença (na perfeição do círculo) impediu que ele considerasse a possibilidade de uma elipse sendo traçada no céu. Ele se recusou a vê-las”. Afinal, teria sido Galileu um grande empirista, como nos fazem crer os livros didáticos? (ZYLBERSZTAJN, 1998).

A seguir, discutiremos a Alfabetização Científica, seus diferentes significados, sentidos e propósitos em uma educação CTS.

b) Alfabetização Científica: Significados e Sentidos

Dada a polissemia e os muitos sentidos para a AC, proceder-se-á a uma síntese do seu percurso histórico, a partir de Milaré e Richetti (in MILARÉ et al., 2021), as quais pontuaram os principais acontecimentos referenciados em Hurt (1958; 1998) e Laugksch (2000). Tal sequência de fatos são relevantes para a compreensão do conceito de alfabetização científica e estão sistematizados no QUADRO 2.

QUADRO 2 - ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: LINHA DO TEMPO

SÉC. XV – SOCIEDADE FEUDAL – TECNOCRACIA	
Renascimento e Ciência Moderna	
	continua
XV	Galileu, em “SAGGIATORE” (1632): “A ciência como linguagem da natureza”
XVII	Forte mobilização de cientistas, políticos e filósofos em prol da ciência.
XVIII	Thomas Jefferson (EUA): observa a necessidade de qualificar o ensino de ciências nas escolas, não havendo, contudo, mobilização nacional para o intento à época.
XIX	Herbert Spencer: o que ensinar em ciência a partir da influência para a vida. James Wilkinson (1847): distanciamento entre a produção da ciência e a população.
XIX XX	Sob o ideal iluminista e a percepção de progresso pela C e T, promove-se a incorporação da ciência ao currículo escolar (Europa e EUA).
XX	1932 – <i>Progressive Education Association</i> : “ciência para todos” propõe metas para o ensino de ciências; currículo voltado para aspectos da vida social e das relações cívicas e econômicas.
XX	1939-45: 2ª Guerra Mundial – uso massivo de C e T e seus impactos na sociedade. 1957 Efeito Sputnik: reforma no ensino de ciências, “formação de cientistas”
50 – 60	<i>National Science Foundation</i> (NSF): AC como compreensão da estrutura clássica das disciplinas e sua forma de investigação. Cursos disciplinares para carreira profissional
60 – 70	Mov. Contra-Cultura – Ambientalista – Intelectual: crítica as implicações da tecnocracia; Talidomina; “DDT”; poluição do petróleo; Acidentes Nucleares; Guerras Vietnã e Coréia.

SÉC. XV – SOCIEDADE FEUDAL – TECNOCRACIA	
	Renascimento e Ciência Moderna
	conclusão
70	NSF: necessidade do ensino de ciências promover a compreensão da C e T para todas as pessoas – educação para a cidadania. (HURD, 1998). Os resultados foram pífios (SHAMOS, 1995).
80	Crise industrial EUA: competição externa; falta professores qualificados e falta interesse na carreira científica; avaliações.
90 2000	Incompatibilidade do modelo de ensino de ciências (transmissivo, conteudista e centrado no professor) com os objetivos da AC. (FOUREZ, 2003).
SÉC. XXI – SOCIEDADE CAPITALISTA – TECNOCRACIA	
Neoliberalismo e Determinismo tecnológico	

FONTE: Adaptado de Milaré e Richetti (MILARÉ *et al.*, 2021)

Nessa perspectiva histórica, Santos (2007) destaca que no Brasil, a preocupação com a educação científica foi mais tardia, conforme podemos perceber no QUADRO 3, a seguir:

QUADRO 3 - EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL

Tempo	Marco
Sec. XIX	Currículo escolar marcado pela tradição literária e clássica herdada dos jesuítas. Dom Pedro II (1825-1891) promove a ciência (viés positivista), contudo o ensino de ciências permanece com pouca prioridade no currículo escolar (ALMEIDA JÚNIOR, 1979).
1930	A implantação do processo de industrialização e inovação no país, promoveu a incorporação do ensino de ciências ao currículo escolar (KRASILCHIK, 1980).
1950	Produção de kits de experimentos, demandados pela atualização do currículo
1960	Tradução de projetos americanos e a criação de centros de ensino de ciências.
1970	Surgimento efetivo a pesquisa na área de educação em ciências no Brasil. Megid Neto, Fracalanza e Fernandes (2005).

FONTE: Adaptado de Santos (2007).

Do exposto acima, depreende-se o descompasso no ritmo acelerado pelo qual a sociedade incorpora a ciência e a tecnologia, numa visão instrumental e utilitária, enquanto o ensino de ciências avança de forma lenta, seletiva e orientada pela ideologia da tecnocracia. Contudo, observa-se a crescente inserção do ensino de ciências no currículo escolar, assim como o continuo deslocamento de sentidos para uma educação científica voltada para a formação da cidadania e ao fortalecimento de democracias.

Nesse sentido, a Conferência Mundial sobre a Ciência para o século XXI, auspiciada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a

Cultura (UNESCO) e pelo Conselho Internacional para a Ciência, estabeleceu três objetivos no processo de democratização da ciência:

- I. Aumentar o número de seres humanos que se beneficiam de forma direta do progresso das pesquisas de C&T, as quais devem dar prioridade às populações afetadas pela pobreza;
- II. Expandir o acesso à ciência, entendida como um componente central da cultura;
- III. Exercer controle social sobre a C&T e sobre a orientação dada a ela, através da adoção de opções morais e políticas, consensuais e explícitas. (UNESCO, 2003, p. 47).

Santos (2007) discute essa crescente inquietação com a educação científica e suas metas na perspectiva do consenso de diversos segmentos progressistas da sociedade:

Ocorre que, tendo surgido essa temática em diferentes contextos, os autores estão longe de chegar a um consenso (Jenkins, 1990, 1997; Laugksch, 2000). Isso pode ser explicado pelo fato de a educação científica ser um conceito amplo que depende do contexto histórico no qual ela é proposta (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000) e por depender de pressupostos ideológicos e filosóficos (Aikenhead, 1997; Champagne & Lovitts, 1989). (*Ibidem*, p. 475).

Concebida como linguagem no alvorecer da ciência moderna, a Alfabetização Científica (Chassot, 2003) é também a designação para a linha de pesquisa sobre o Ensino de Ciência escolar decorrente das investigações emergentes no campo da Didática das Ciências (VILCHES; FURIÓ, 1999; CAJAS, 2001; LORENZETTI, 2021 *in* MILARÉ *et al.*, 2021).

A Alfabetização Científica (AC) possui muitos significados, não se restringindo ao período de escolarização ou aos espaços educacionais (formais ou informais). Nesse sentido, muitos pesquisadores, inclusive, defendem que no campo semântico, a expressão Letramento Científico (LC) pode ser mais adequada.

Segundo Santos (2007), o entendimento do significado de AC/LC ultrapassa a esfera da educação científica. Para endossar essa visão, ele cita a pesquisa de Laugksch (2000), que em artigo de revisão sobre AC/LC, identificou vários fatores que influenciam as interpretações do significado de diversos fatores na educação científica: (i) Grupos de atores sociais preocupados com a educação científica; (ii) Definições conceituais para os termos alfabetização ou letramento; (iii) Propósitos para essa educação; (iv) Estratégias adotadas na mensuração do nível de alfabetização das pessoas sobre ciência. Enfim,

Para Laugksch, o entendimento do significado de AC/LC tem sido objeto de preocupação de educadores em ciência, cientistas sociais, pesquisadores de opinião pública, sociólogos da ciência, e profissionais envolvidos na educação formal e não formal em ciências, como professores e profissionais que trabalham com a divulgação da ciência, jornalistas e profissionais de museus, centros de ciências, parques ambientais, jardins botânicos etc. (SANTOS, 2007, p. 476).

Lorenzetti (2000) vincula uma série de temas científicos e tecnológicos presentes ao cotidiano, os quais impactam a dinâmica social e nos chegam pelas mídias. Diz o autor,

“[...] o nível de alfabetização científica da população tem implicações importantes para as decisões de política da ciência. Diariamente, a mídia mostra o grande desenvolvimento da ciência, sendo exigido que os cidadãos tomem decisões sobre os assuntos científicos, porque estes conhecimentos podem afetar diretamente a vida de cada cidadão”. (LORENZETTI, 2000, p. 39).

Como observam Scarpa, Sasseron e Silva (2017), a complexidade da AC não se restringe ao domínio de conhecimentos conceituais, ou ainda, de habilidades específicas. Sempre que se emerge à superfície dos fatos, realizando conexões de causalidade, concebendo hipóteses e estabelecendo relações CTS, estamos ampliando nossas capacidades intelectuais e socioemocionais. Nesse sentido, compreende-se que a AC representa, sobretudo:

[...] uma atitude, uma maneira de se posicionar em sociedade com respeito a situações que envolvam as ciências. Por isso mesmo, a Alfabetização Científica não pode ser alcançada apenas por meio do ensino de conceitos científicos, ainda que eles sejam muito importantes para a mesma. (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017, p. 12).

Ao refletir sobre essa diversidade semântica, as autoras relacionaram a identidade cultural associada aos *slogans*, apesar de perceberem um núcleo conceitual comum aos propósitos da educação científica.

Tal análise encontra-se sistematizada no QUADRO 4.

QUADRO 4- POLISSEMIA DA AC: ÂMBITO INTERNACIONAL

ESPAÑHOL Alfabetización Científica	INGLÊS Scientific Literacy	FRANÇAIS Alphabétisation Scientifique
Cajas (2001) Gil-Pérez e Vilches-Peña (2001) Díaz, Alonso e Mas (2003) Membiela (2007)	Hurd (1958, 1998) Bingle e Gaskell (1994) Bybee e DeBoer (1994) Bybee (1995) Norris e Phillips (2003) Laugksch (2000)	Fourez (1994, 2000) Astolfi (1995)

FONTE: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2011)

Já no âmbito nacional, Sasseron e Carvalho (2011) evidenciaram também os grupos de interesse em torno da ideia de alfabetização científica na literatura brasileira, entre os quais destacam-se na síntese proposta no QUADRO 5, a seguir

QUADRO 5- POLISSEMIA DA AC: AUTORES NACIONAIS

Enculturação Científica	Letramento Científico	Alfabetização Científica
Mortimer e Machado (1996) Carvalho e Tinoco (2006)	Santos e Mortimer (2001) Mamede e Zimmermann (2007)	Chassot (2000) Auler e Delizoicov (2001) Lorenzetti e Delizoicov (2001) Brandi e Gurgel (2002)

FONTE: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2011)

As autoras asseguram, que apesar das diferentes nomenclaturas, pode-se depreender que as unidades semânticas compartilham um núcleo comum com relação aos propósitos da educação científica, voltadas para “[...] designarem o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida”. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 60).

Nesse mesmo sentido, de um núcleo comum apesar da pluralidade semântica, com relação a adoção de *slogans*, significados e sentidos, recupero a consideração de Santos (2007, p. 488), de que: “[...] mais importante do que a discussão terminológica entre alfabetização e letramento está a construção de uma visão de ensino de ciências associada à formação científico-cultural dos alunos, à formação humana centrada na discussão de valores.”

Para Miller (1983), há três dimensões da Alfabetização Científica (AC): o entendimento da natureza da ciência, a compreensão de termos e conceitos chaves da ciência e o entendimento dos impactos da ciência e suas tecnologias.

Por sua parte, Bybee (1995) trabalha com a ideia de AC funcional, conceitual-procedimental e multidimensional. Tal como, no mesmo sentido, Shamos (1995) institui mais três dimensões: a cultural, a funcional e a verdadeira.

Percebe-se que em alguns aspectos, as três teorizações convergem:

- I. Pelo fato de destacarem a necessidade de compreendermos o vocabulário científico e seus principais conceitos;
- II. Pela necessidade de compreender a natureza do conhecimento científico;
- III. Ao destacarem a necessidade de se reconhecer os impactos da ciência e da tecnologia em nossas vidas.

Nesse contexto, diversas categorias foram construídas e estão associadas a seus autores, como, por exemplo, Bybee (1995) com suas classes hierarquizadas (Nominal, Funcional, Conceitual Processual e Multidimensional) e Shen (1975) com suas divisões em Prática, Cívica e Cultural.

Sasseron e Carvalho (2008) investigam a promoção da alfabetização científica, a partir das categorias: eixos estruturantes e grupos de indicadores. Segundo as autoras, os eixos estruturantes, já aparecem descritos na revisão de literatura sobre o tema em Laugksch (2000) e versam sobre a compreensão de conhecimentos e conceitos científicos; da natureza da ciência; e das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nas palavras das autoras,

O primeiro dos eixos estruturantes refere-se à *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais* e a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.

O segundo eixo preocupa-se com a *compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*, pois, em nosso cotidiano, sempre nos defrontamos com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de proceder. [...].

O terceiro eixo estruturante da AC compreende o *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente* e perpassa pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias. [...]. (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 335).

Os eixos estruturantes de aprendizagens em AC, categorizados por Sasseron e Carvalho (2008), encontram-se dispostos no QUADRO 6, a seguir:

QUADRO 6- AC: EIXOS ESTRUTURANTES

Eixos Estruturantes de AC (SASSERON; CARVALHO, 2008)		
Cód.	Categorias	Descrição
EE-CoC	Conhecimento Científico	Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.
EE-NdC	Natureza da Ciência	Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática,
EE-RCTS	Relações Ciência-Tecnologia-Sociedade	Compreensão das relações existentes entre C-T-S e Ambiente.

FONTE: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

Subjacente à questão conceitual da alfabetização científica, em categorias ou eixos estruturantes, concorre a questão de como mensurar a ocorrência da alfabetização científica num dado processo de ensino e aprendizagem. Nesse viés, foram criadas diferentes categorias de análise, denominadas *indicadores de AC*, que se destinam a auxiliar o professor na avaliação e no percurso da proposta de alfabetização científica.

Para Sasseron e Carvalho (2008), os três grupos de *indicadores de alfabetização científica* têm a função de nos mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em um processo de construção do conhecimento científico entre os alunos.

No primeiro grupo (GI-INF), tem-se os dados obtidos em uma investigação que incorpora ações nas tarefas de Seriação, Organização e Classificação de “dados”. No segundo (GI-RLP) está relacionado à estruturação do pensamento/manifestações pelo Raciocínio Lógico e Proporcional. Já na terceira categoria (GI-HIP) associa à procura do entendimento da situação analisada às Hipóteses (levantamento, justificativa, previsão e explicação). Os indicadores de AC, categorizados por Sasseron e Carvalho (2008), encontram-se dispostos no QUADRO 7, a seguir:

QUADRO 7- AC: GRUPO DE INDICADORES

Grupo de Indicadores (G.I) de AC		
Cód.	Categorias	Descrição
GI-INF	Seriação; Organização e Classificação.	Associados as ações nas tarefas de manipulação de dados.
GI-RLP	Raciocínio lógico; Raciocínio proporcional;	Associados à estruturação do pensamento/manifestações
GI-HIP	Levantamento; Teste; Previsão; Justificativa e Explicação.	Associados à procura do entendimento da situação analisada

FONTE: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

Todas essas contribuições teóricas, acima discutidas, convergem para a premissa, aqui adotada, de que precisamos ser alfabetizados em ciência e tecnologia. Nesse sentido, Auler e Delizoicov (2001, p. 123) enfatizam que: “[...] a sociedade encontra-se numa dinâmica social crescentemente vinculada aos avanços científico-tecnológicos, a democratização desses conhecimentos é considerada fundamental.”

Ciência e tecnologia vêm sendo utilizadas em seu caráter instrumental pela ideologia da tecnocracia, amplamente consolidada nas sociedades, assumindo profundos impactos socioambientais, num ritmo cada vez mais acelerado.

Harari (2020a, p. 385) observa que, “Nos dois últimos séculos, o ritmo da mudança se tornou tão veloz que a ordem social adquiriu uma natureza dinâmica e maleável: ela agora existe num estado de fluxo permanente [...]. Todavia, o fato é que, hoje em dia, todo ano é revolucionário.”

Portanto, torna-se imprescindível uma educação científica crítica, voltada para a cidadania e a defesa da democracia participativa, aspectos esses amplamente consolidados nas metas da Educação CTS e da ACT. De outra parte, a pandemia da COVID-19 deu visibilidade a ideologias empoderadas em democracias que apostaram perigosamente no caos, em detrimento da ciência amplamente consolidada.

A seguir, realizaremos uma discussão sobre a pertinência e a importância da alfabetização científica e tecnológica durante o período de pandemia da COVID-19.

2.2.5 Educação CTS e ACT: Um diálogo com a pandemia da COVID-19

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada sobre numerosos casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Tratava-se de uma nova cepa (tipo) de coronavírus em humanos, a qual foi confirmada pelas autoridades chinesas em 7 de janeiro de 2020.

Segundo a Organização Mundial de Saúde — OMS, já foram identificados, sete coronavírus em humanos (HCoV): HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV-HKU1, SARS-COV (que causa síndrome respiratória aguda grave), MERS-COV (que causa síndrome respiratória do Oriente Médio) e o *novo coronavírus*,

batizado de SARS-CoV-2 (11/02/2020), responsável por causar a doença COVID-19¹⁵.

Já em 30 de janeiro de 2020, a OMS declarou tratar-se de uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII)¹⁶. Historicamente, este pode ser considerado um momento raro, tendo em vista que é a sexta vez na história que uma ESPII é declarada, conforme destacado no QUADRO 8.

QUADRO 8- OCORRÊNCIA DE ESPII EM HUMANOS

Data	Descrição
25/4/2009	Pandemia de H1N1
5/5/2014	Disseminação internacional de poliovírus
8/8/2014	Surto de Ebola na África Ocidental
1/2/2016	Vírus Zika e aumento de casos de microcefalia e outras malformações congênitas
18/5/2018	Surto de Ebola na República Democrática do Congo
30/1/2020	Novo Coronavírus SARS-CoV-2

FONTE: Adaptado de <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>

No Brasil, o primeiro caso oficial de infecção por COVID-19, foi registrado na cidade de São Paulo-SP, em 26 de fevereiro de 2020¹⁷. Logo em seguida, em 11 de março de 2020, com surtos em vários países e regiões do mundo, a COVID-19 foi declarada pandemia pela OMS. Nesse mesmo dia, o Distrito Federal foi a primeira unidade federativa a estabelecer medidas de distanciamento social e a suspensão de aulas na rede pública. Ações similares foram desencadeadas na sequência nos estados de São Paulo (16/3), Rio de Janeiro (17/3) e nos demais, que passaram a estabelecer medidas de quarentena.

Na sequência, sucedeu-se uma série de embates, de narrativas com fortes elementos ideológicos e políticos, apelando, paradoxalmente, para o discurso de neutralidade científica. Tal momento pandêmico estendeu-se e trouxe-nos clareza a

¹⁵ Abreviação/acrônimo de *Corona Virus Disease* (COVID), com primeiro caso registrado em dezembro de 2019 (por isso a presença de “-19” na sigla). Em português: doença do coronavírus ou doença causada pelo vírus corona

¹⁶ O mais alto nível de alerta da organização, conforme previsto no Regulamento Sanitário Internacional.

¹⁷ O Ministério da Saúde informou que um homem de 61 anos, morador de São Paulo-SP, recém-chegado da Itália. Era, também, o primeiro caso na América Latina.

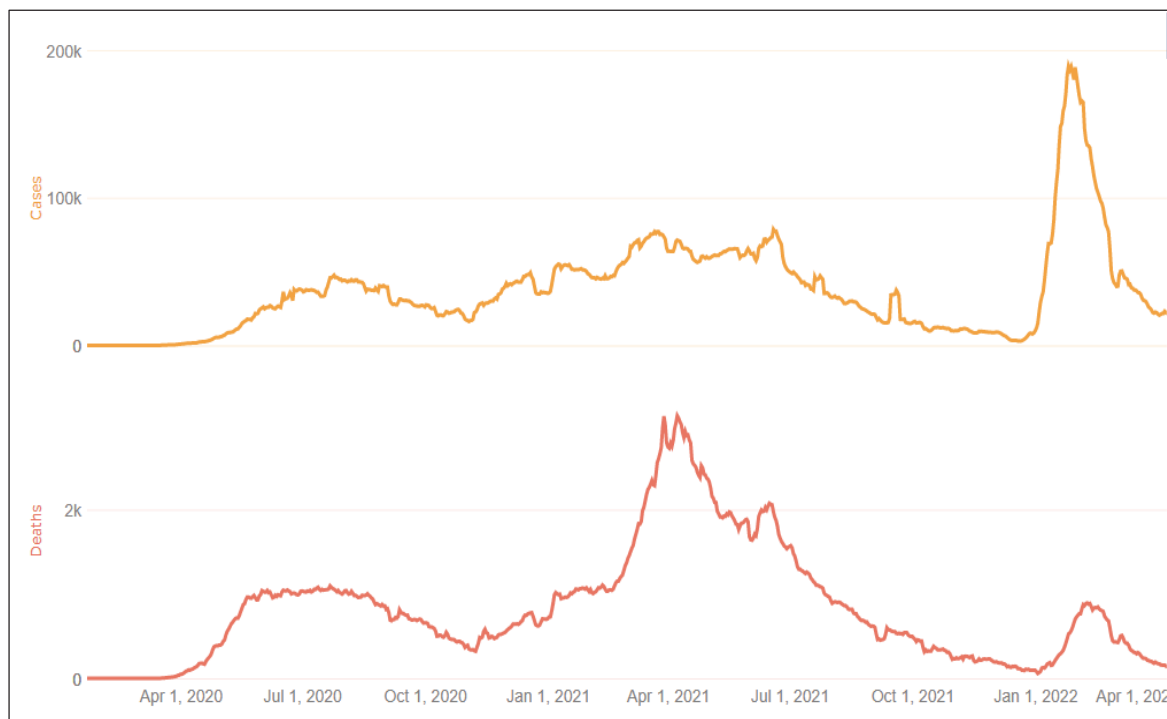
respeito da necessidade de alfabetizar cientificamente o cidadão. Como escreveu Sagan (1996, p. 43-44),

Nós criamos uma civilização global em que os elementos mais cruciais – o transporte, as comunicações e todas as outras indústrias, a agricultura, a medicina, a educação, o entretenimento, a proteção ao meio ambiente e até a importante instituição democrática do voto – dependem profundamente da ciência e da tecnologia. Também criamos uma ordem em que quase ninguém compreende a ciência e a tecnologia. É uma receita para o desastre. Podemos escapar ilesos por algum tempo, porém mais cedo ou mais tarde essa mistura inflamável de ignorância e poder vai explodir na nossa cara.

Nessa reflexão de Sagan (1996) pode-se localizar parte da resposta para tantas mortes e sofrimento em decorrência da pandemia. Tal tópico será desenvolvido na sequência, onde apresento a relação disso com a educação CTS e a ACT.

O GRÁFICO 1, a seguir, descreve a evolução da pandemia no Brasil, relacionando o número de casos de infecção por óbitos, conforme a consolidação de dados da *Coronavirus Resource Center-John Hopkins University* (2022).

GRÁFICO 1- PANDEMIA DA COVID-19 NO BRASIL: LINHA DO TEMPO



FONTE: <https://coronavirus.jhu.edu/region/brazil-> JHU¹⁸(2022)

¹⁸ Johns Hopkins University & Medicine — JHU: “<https://coronavirus.jhu.edu/>”, é um recurso para ajudar a avançar na compreensão do vírus, informar o público e informar os formuladores de políticas para orientar uma resposta, melhorar o atendimento e salvar vidas.

Considerando os dados, como foi a dinâmica da sociedade frente ao desafio da Pandemia da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-Cov-2), ou da COVID-19, a maior crise em escala planetária de saúde pública dos últimos 100 anos?

Uma análise preliminar mostra um período de ambiguidades, pois:

Justo no momento em que, por causa do Covid-19, mais se abriu a palavra à Ciência, mais se viu cientistas nas telas da TV ou colunas de jornais, justo nessa hora também mais se assistiu governantes, sacerdotes e multidões negarem ostensiva e desafiadoramente o conhecimento científico. (DANTAS, 2020, p. 38).

Ao acumular mais de seis milhões de óbitos no mundo, a pandemia se fez acompanhar, desde a sua origem na China, por movimentos de negação da ciência e *Fake News*, com repercussões em debates políticos e ações sanitárias desarticuladas que produziram efeitos dramáticos sobre a população.

A pandemia obrigou-nos, individual e coletivamente, a tomarmos decisões na tentativa de mitigar riscos e efeitos da contaminação pelo COVID-19, em meio a um complexo cenário sanitário, econômico, social e político, repleto de ciência, tecnologia, ideologias e valores.

O período pandêmico foi pródigo no estabelecimento de controvérsias científicas, as quais deram visibilidades aos agentes público-privados (indivíduos e instituições), bem como para as suas respectivas visões de mundo. Os EUA, seguramente a maior potência científico-tecnológica-militar, foi campeão em contaminação e óbitos pela Covid-19, com respectivamente 82 milhões de contaminados e cerca de 1 milhão de óbitos. Dentre as inúmeras possibilidades de causas, o historiador Harari (2020b, p. 55) traz a questão do negacionismo científico, do então presidente Donald Trump: “Alguns fanáticos não conseguem se conter - um pastor que conduz estudos bíblicos semanais para o presidente Donald Trump argumentou que esta epidemia também é uma punição divina por causa da homossexualidade”.

Questões básicas de higiene como lavar as mãos, embora bem estabelecidas desde a metade do século XIX pelo médico húngaro Ignaz Philipp Semmelweis (1818 – 1865), tiveram de ser reforçadas. Para Pasternak e Orsi (2020b, p. 75), “O hábito de lavar as mãos é considerado pelo Centro de Controle de Doenças dos EUA como a atitude mais importante para evitar infecções”.

Já o uso de máscaras, a prática do distanciamento social e o *lockdown* se fizeram acompanhar por intensas polêmicas. Questões sobre o vírus, viroses, formas de transmissão, tratamento e prevenção, fizeram-se presente quase que diariamente nas mídias. Contudo, a desinformação também se fez presente, através da disseminação de *Fake News*, da promoção do negacionismo por agentes políticos e guisa “autoridades de saúde” e da propagação de confusas análises empíricas camufladas de conhecimento científico.

Nesse contexto, discursos invocavam a ciência para pretensamente legitimar uma espécie de darwinismo social, em meio a imunidade de rebanho, apelando aos mais fortes (os patriotas) para que enfrentassem o vírus. Também se recorreu a parcela mais vulnerável, socioeconomicamente, da população para que não ficassem em casa, colocando a economia *versus* a vida, ou ainda, incentivando que saíssem de casa e enfrentassem o vírus!

Nessa mesma linha ideológica, o médico cardiologista, então ministro da saúde, Marcelo Queiroga¹⁹, ao justificar a não adoção do passaporte vacinal aos turistas pelo governo brasileiro - uma das recomendações feitas em novembro de 2020 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, assim se manifestou em 07/12/2020:

Nós queremos ser, sim, o paraíso do turismo mundial. E vamos controlar a Saúde, fazer com que a nossa economia volte a gerar emprego e renda. Essa questão da vacinação, como realcei, tem dado certo porque nós respeitamos as liberdades individuais. O presidente falou agora há pouco: às vezes, é melhor perder a vida do que perder a liberdade. (QUEIROGA, 2021, não paginado).²⁰

No cenário global, observou-se o rápido avanço na cultura da desinformação nas redes sociais, via disseminação e compartilhamento de notícias falsas. Neste sentido, certas lideranças políticas mundiais podem ter protagonizado a histórica transição do negacionismo científico, até então restrito a bolhas de grupos de interesse, para o *status* de Negacionismo Científico de Estado. Nessa perspectiva,

¹⁹ Marcelo Antônio Cartaxo Queiroga Lopes é um médico cardiologista brasileiro, presidente da Sociedade Brasileira de Cardiologia e atual ministro da Saúde do Brasil, substituindo o general de divisão do Exército Brasileiro, Eduardo Pazuello.

²⁰ https://cultura.uol.com.br/noticias/44760_melhor-perder-a-vida-do-que-perder-a-liberdade-diz-queiroga-apos-nao-adotar-passaporte-da-vacina.html.

países como Brasil, Estados Unidos e Reino Unido²¹, estariam alinhados por medidas e procedimentos que comprometeram a eficácia do combate à pandemia.

Quanto às possibilidades de enfrentamento desse quadro distópico, Harari (2020b) assegura que:

Uma sociedade que equipa seus cidadãos com uma boa educação científica, e que é servida por instituições independentes e fortes, pode lidar com uma epidemia de forma muito mais eficaz que uma ditadura brutal que precisa policiar constantemente uma população ignorante. (HARARI, 2020b, p. 90).

No Brasil, a pandemia se fez acompanhar pelo ultraconservadorismo nos costumes, o negacionismo da ciência e a tecnocracia militarista, assim como também por uma agenda de intensificação de políticas neoliberais, supressão de direitos trabalhistas, precarização do ensino público, devastação ambiental e o avanço do agronegócio²².

No âmbito da prevenção e do tratamento da doença, a situação ficou caótica quanto à utilização de medicamentos e tratamento clínicos sem a anuência de agências sanitárias regulatórias. As principais polêmicas orbitaram em torno de tratamentos à base de Ivermectina, um vermífugo antiparasitário, e da Hidroxicloroquina (fármaco antimalárico e antirreumático) e o KIT COVID²³. Não obstante, a disputa pelo capital científico entre médicos, especialistas de saúde e associações científicas afins, o conflito ideológico se fez presente em torno das políticas públicas de saúde. O fragmento a seguir ilustra os dilemas éticos:

Admitiu-se o uso *off-label* para a cloroquina e para a hidroxicloroquina no momento inicial da pandemia, quando ainda pairavam as hipóteses sobre sua eficácia na COVID-19. O Conselho Federal de Medicina (CFM) se posicionou apontando que o uso prescrito desses medicamentos na COVID-19 poderia ser resultante de consenso entre médico e paciente. Entretanto, esta posição

²¹ Tal hipótese, vem sendo investigada pelo pesquisador da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) Renan Leonel, em parceria com colegas da Columbia University (Estados Unidos) e da University of Vienna (Áustria). Karina Toledo | Agência FAPESP.

²² Discurso do Ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, em 22/04/2019, em reunião ministerial “Então, para isso, precisa ter um esforço nosso aqui enquanto estamos nesse momento de tranquilidade no aspecto de cobertura de imprensa, porque só fala de Covid e ir passando a boiada e mudando todo o regimento e simplificando normas[...]. Agora é hora de unir esforços pra dar de baciada a simplificação”. Transcrição disponibilizada pelo STF.

²³ O movimento Médicos pela Vida veiculou em 23/02/2021, um manifesto assinado por 2.122 médicos brasileiros a favor do uso de medicamentos para o tratamento precoce da Covid-19. O texto, publicado como material publicitário na edição impressa de 11 jornais brasileiros, como O Globo e a Folha de S. Paulo, cita evidências científicas e clínicas para defender o uso de um coquetel de remédios para evitar que pacientes progridam para fases mais graves da doença.

encontra-se seriamente abalada após a publicação de consensos de especialistas no Brasil e de estudos que apontam a falta de benefício clínico destes medicamentos, aumentando o questionamento da persistência das prescrições e da dispensação destes medicamentos para a COVID-19 (SANTOS-PINTO *et al.*, 2021, p. 3).

Conforme Pasternak e Orsi (2021), durante a pandemia a vacinação no Brasil sofreu com a ação sem precedentes do movimento anti-vacina e com a disseminação de várias notícias falsas, como, por exemplo, na indevida associação entre a vacina tríplice e o autismo. Como destacam os autores,

Vacinas salvam vidas. São certamente a estratégia mais eficaz de prevenção de doenças infecciosas que conhecemos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), hoje temos vacinas que previnem mais de 20 doenças potencialmente fatais, como a difteria, tétano, coqueluche, influenza (gripe) e sarampo, evitado de dois a três milhões de mortes por ano (PASTERNAK; ORSI, 2021, p. 79).

Vacinação, um termo consolidado pelo cientista francês Louis Pasteur (1822 – 1895) relativo a todo tipo de injeção imunizadora para prevenir doenças, referindo-se a descoberta de Edward Jenner, em 1789, considerava um ato seguro e necessário para a proteção individual e coletiva, por meio do qual, muitas doenças foram erradicadas, mas que durante a pandemia passou a ser contestada, sob prisma político-ideológico. No Brasil, o presidente Jair Bolsonaro (PL) negou-se a ser vacinado, em sua retórica estimulou o movimento anti-vacina e associou a vacina à perigos de mutação em humanos²⁴, além de ter virado alvo de um inquérito no Supremo Tribunal Federal (STF), em 3/12/2021, por fazer uma associação a vacina contra COVID-19 com o risco de contrair o vírus HIV e desenvolver Aids²⁵.

Que lições tiramos disso tudo?

As demandas em ciência e tecnologia são crescentes na sociedade. Nesse sentido Lorenzetti (2000, p. 43), afirmar que: “Estas questões científicas e tecnológicas estão ganhando importância cada vez maior no quadro mundial, impulsionando o cidadão a ter de opinar, participando das discussões políticas e sociais de qualquer nação moderna”.

²⁴ Discurso em 17/12/2020 no evento de Porto Seguro (BA), onde Bolsonaro fez alegações, sem fundamento ou base científica, ao comparar eventuais efeitos colaterais com "virar jacaré e Super-Homem" e "nascer barba em mulher ou algum homem começar a falar fino".

²⁵ Durante uma *live* em suas redes sociais, no dia 21/10/2021. O *YouTube*, *Facebook* e *Instagram* excluíram o vídeo de suas plataformas.

Na pandemia, de fato, o cidadão exposto diariamente aos perigos da contaminação, foi “convocado”, a participar de debates que envolviam conhecimentos científicos-tecnológicos, permeados de controvérsias, valores, ideologias. Sobretudo, teve de tomar decisões, fundamentadas ou não.

As reflexões acima, acerca da atual pandemia (COVID-19), convergem para a discussão de Trivelato, Silva e Carvalho (2017) sobre a necessidade de uma educação científica capaz de romper com a dicotomia de sentidos entre a ciência real e escolar, que nada mais faz do que reforçar visões distorcidas da ciência e dos cientistas. Conforme os autores,

Nas escolas, a ciência é transmitida como una, sem dissensões, sem divergências, sem competições internas, sem disputas. Fora da escola, as “verdades” plurais se contrapõem, há controvérsias, há valores que representam parcelas distintas da sociedade, como, por exemplo, as que se formam por interesses econômicos, sociais, raciais, políticos, etc. (TRIVELATO; SILVA; CARVALHO, 2017, p. 94).

Assim como na primeira metade do século XX, o avanço científico e tecnológico se fez acompanhar pela instauração de regimes totalitários, xenofobia, campos de concentração e armas de destruição em massa, no começo do século XXI, onde vacinas são produzidas em tempo recorde, velocidade de internet 5G e turismo espacial nascente, convivemos com renovadas formas de autoritarismo, que abrigam posturas fascistas, misóginas, elitistas, xenófobas, sexistas e negacionistas.

Essas faces mais cruéis da humanidade, sob o renovado apelo ao nacionalismo, patriotismo, “família cristã” e “liberdades civis”, vicejam em bolhas de mídias digitais com velocidade assustadora, impulsionadas por grupos de ódio e também robôs.

Diante disso, retomo o questionamento, se de fato, somos uma sociedade do conhecimento. Duarte (2008, p. 13) assegura que: “A assim chamada sociedade do conhecimento é uma ideologia produzida pelo capitalismo, é um fenômeno no campo da reprodução ideológica do capitalismo.”

A propósito, a pandemia da COVID-19 convida-nos a um estudo mais amplo e profundo para além do negacionismo científico, das *fake News* e da ascensão do movimento anti-vacina, na medida em que, como sugere o epidemiologista evolutivo Rob Wallace (2020), a referida pandemia, assim como outras, pode estar relacionada

ao modelo de produção capitalista associado a intensificação do agronegócio em sua dinâmica de degradação ambiental.

De volta aos frankfurtianos, civilização e barbárie não são antônimos. A própria civilização em sua racionalidade técnica exacerbada é fonte de barbárie, na medida em que privilegiando os conceitos de progresso, eficiência e sucesso nas relações que os indivíduos estabelecem entre si e com a natureza, normatizam e banalizam a destruição e a repressão (ADORNO; HORKHEIMER, 1985; ADORNO, 2020; ADORNO; ALMEIDA, 2021).

Não se trata de prescindir da ciência, tampouco da tecnologia, mas sim, compreendê-las como parte integrante da cultura e de promovê-las à luz de valores, como bem retratou Horkheimer, em seu livro *O Eclipse da Razão*, em 1947:

Em suma, somos os herdeiros, para o bem ou para o mal do iluminismo e do progresso tecnológico. Opor-se a estes regredindo a estágios mais primitivos não mitiga a crise permanente que eles provocaram. Pelo contrário, tais expedientes conduzem-nos de formas de dominação social historicamente razoáveis a outras completamente bárbaras. O único modo de auxiliar a natureza é libertar de suas amarras seu aparente opositor, o pensamento independente. (HORKHEIMER, 2015, p. 142).

Com relação a promoção de valores no ensino, Milaré e Richeti (MILARÉ *et al.*, 2021) trazem a reflexão de Fourez (2003, p. 110) acerca da alfabetização científica na *práxis* docente: “Mas nós, seus professores, estamos prontos e somos capazes de lhes mostrar essa importância?”.

No Brasil, e também em outras partes do mundo, a pandemia escancarou ideologias de governos com posturas negacionistas sobre a ciência e a história. Seria crível esperar deles políticas educacionais consistentes com uma educação baseada em valores voltados para a democracia participativa? Ou ainda, a educação crítica poderia avançar por meio dos reformistas empresariais? Ou, como reflete Auler (2018, p. 29), “Por que os opressores provocariam rupturas se, com suas constantes vitórias, lutam para mantê-lo?”.

Tais questionamentos remetem a uma discussão anterior à educação CTS, e também, ao próprio conceito de alfabetização científica, tendo como referência Hurd (1959), pois está vinculado aos propósitos que se estabelecem entre as relações escola-sociedade.

Ao refletir sobre essa relação, em tempos de pré-modernidade o historiador Harari (2020a, p. 278) assevera que: “Os governantes financiavam instituições de

ensino cuja função consistia em espalhar o conhecimento tradicional visando consolidar a ordem existente.”

Para Adorno (2020; 2021), a crise da educação está associada à formação cultural na sociedade capitalista, a qual requer uma escola administrada que forme um cidadão, alienado e educado. Nesse sentido, a educação é, uma semi-educação, ou como o autor prefere, uma semi-formação, um modelo útil para o paradigma de produção capitalista, o qual destrói a individualidade em prol da massificação.

Antônio Gramsci, Pierre Bourdieu, Louis Althusser, Michael W. Apple e autores da nova Sociologia da Educação, ao analisarem o conhecimento escolar, percebem que ele não é neutro e está carregado de relações de poder (MOREIRA, 1990). Tal compreensão revela-se em Bourdieu (1998):

É provavelmente por um efeito de inércia cultural que continuamos tomando o sistema escolar como um fator de mobilidade social, segundo a ideologia da “escola libertadora”, quando, ao contrário, tudo tende a mostrar que ele é um dos fatores mais eficazes de conservação social, pois fornece a aparência de legitimidade às desigualdades sociais, e sanciona a herança cultural e o dom social tratado como dom natural. (BOURDIEU, 1998 *apud* NOGUEIRA; CATANI, 2008, p. 41).

Para Apple (1989, p. 55), “o currículo não se sustenta sozinho, mas é o produto de forças conflitantes”. Ele é moldado em meio a tensões de forças sociais, econômicas, políticas e culturais conflitantes, por conseguinte, a escola está condicionada a ser reprodutora de uma ideologia, mas, paradoxalmente, também acaba se constituindo em espaços de resistência, contestação e possibilidade de transformação social. Desta forma assegura o autor que,

As questões da técnica são importantes e precisam feitas; mas, uma vez que a escola não está divorciada das relações de exploração e dominação da sociedade e das lutas para superá-las, devemos então perguntar o que constitui um conhecimento política e eticamente justificável antes que nos lancemos a ensiná-lo. (*Ibidem*, p. 46).

Depreende-se disso, que a (re)configuração curricular no ensino de Ciências pelos pressupostos da educação CTS e da alfabetização científica e tecnológica desenvolvem-se em disputa com vertentes pedagógicas úteis à lógica de produção capitalista, legitimadas pela tecnocracia. Ou seja, a disputa por sentidos e significados a respeito do ser humano e da sociedade precede a discussão do currículo.

No atual cenário educacional, o crescente avanço do neoliberalismo sobre a educação pública, em todos os níveis, manifesta-se, sobretudo, pelo seu processo de privatização endógena. Nesse decurso, a escola pública vai sendo diluída sob o avanço de abordagens gerencialistas, focadas na meritocracia e nos resultados de avaliações de larga escala, consolidados em paradigmas capitalistas e seu *accountability* (FERRETI; SILVA, 2017; SILVA, 2008).

Por fim, retomo o questionamento de Fourez (2003), referente a dúvida quanto à adequação da formação docente para trabalhar com a AC e, acrescento, à educação CTS. Para Lorenzetti (*in* MILARE *et al.*, 2021, p. 67), “O grande desafio que devemos enfrentar para os próximos vinte anos constitui-se, assim, que a Alfabetização Científica e Tecnológica possa ser efetivamente incorporada às ações dos professores da educação básica”.

No atual contexto de avanço neoliberal sobre setores públicos e de governos negacionistas, a promoção de uma educação científica crítica (re)insere-se no urgente e renovado debate sobre a relação escola-sociedade. Para Adorno (2020, p. 127), a escola é um *lócus* apropriado para barrar a barbárie, “[...] é preciso contrapor-se a barbárie principalmente na escola [...] que a escola cumpra sua função, ajudando, que se conscientize do pesado legado de representações que carrega consigo.”

Enfim, depreende-se da discussão relativa aos propósitos da educação CTS e da alfabetização científica e tecnológica, que temos ao nosso alcance, por meio da educação científica, a possibilidade de (re)construção social mediante uma concepção crítica e relacional do conhecimento científico e tecnológico em meio à cultura, à sociedade e às suas ideologias dominantes (SANTOS; AULER, 2011).

A seguir, no terceiro capítulo, apresento uma revisão sistemática de literatura no âmbito da formação inicial de professores em ciências, a partir da educação CTS. Nessa unidade, também exponho um estudo da organização curricular do curso de Licenciatura em Química do IFAC-Campus Xapuri, objetivando a produção de análises que possibilitem discutir a (re)configuração curricular na perspectiva da educação CTS.

3 EDUCAÇÃO CTS: REVISÃO SISTEMÁTICA E LICENCIATURA DE QUÍMICA

Neste capítulo apresento uma revisão sistemática da literatura na perspectiva de situar a presente pesquisa no campo da educação CTS, relacionando e descrevendo as fontes de informação para identificar os estudos e a estratégia de busca na base de dados. Também serão explicitados os critérios de inclusão e exclusão, da busca na revisão sistemática de literatura. Na sequência proceder-se-á o estudo da organização curricular do curso de licenciatura em Química do IFAC-Campus Xapuri, num referencial de educação CTS.

3.1 EDUCAÇÃO CTS E FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Se por um lado há consenso da presença de conteúdos da tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino-aprendizagem de ciência, por outro lado, devemos estar conscientes que a aprendizagem não ocorre num vazio epistemológico nem ontológico. Duarte (2016) salienta que os processos desenvolvidos em sala de aula são perpassados pela visão de mundo, tanto do professor como do aluno.

Com a intenção de sistematizar categorias de análises, bem como em oferecer subsídios para uma reflexão na presente tese, buscou-se na Revisão Sistemática de Literatura trazer conhecimentos produzidos sobre a presença da educação CTS nas licenciaturas de Ciências. Credita-se a essa estratégia investigativa a possibilidade de maximizar o potencial de busca de trabalhos publicados e encontrar o maior número possível de resultados de uma maneira organizada (KOLLER; COUTO; VON HOHENDORFF, 2014).

Nessa perspectiva, empreendeu uma investigação com os descritores “CTS” e “formação inicial de professores” ou “professores em formação”, assumidos como critérios de inclusão, considerando os últimos seis anos sobre a pesquisa, o perfil dos estudos CTS no Brasil a partir das teses publicadas nas áreas de ensino e educação (TOLEDO, 2017).

No que lhe concerne, Toledo (2017) faz uma extensa análise de autores relacionados nas 79 teses. Sendo que um de seus apontamentos refere-se ao grande número de pesquisadores citados uma única vez nesses textos analisados. Em contrapartida, Toledo (2017, p. 130) afirma que há autores citados em muitas teses, o

que demonstra “[...] a fragmentação, a variedade e a extensão da linhagem teórica da área do CTS no Brasil.”

Outro aspecto observado refere-se aos autores mais citados, pois, dos 15 que ocupam as primeiras colocações, 11 são brasileiros (Vide Tabela 1). Importante também observar que Paulo Freire é o único autor brasileiro citado nas teses, não estando diretamente associado à investigação da educação CTS. Tal relação está associada a uma linha teórica que defende a confluência entre o enfoque CTS e a abordagem temática crítica referenciada em Freire, na busca de uma (re)configuração curricular para o ensino de ciências (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009).

O autor mais citado nas teses brasileiras é Décio Auler. Sua tese de doutorado intitulada *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências* (Auler, 2002), ocupa o 3º lugar das teses brasileiras mais citadas. O livro *Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro* de Auler e Bazzo (2001), aparece entre as três obras mais citadas em todos os trabalhos de revisão da área (TOLEDO, 2017).

TABELA 1 - AUTORES MAIS CITADOS NAS TESES (TOLEDO, 2017)

Posição	Autor	Número de Citações
1	AULER, D.	101
2	SANTOS, W.L.P.	83
3	ACEVEDO DIAZ, J.A.	73
4	DELIZOICOV NETO, D.	73
5	BAZZO, W.A.	71
6	FREIRE, P.	65
7	AIKENHEAD, G.S.	50
8	VAZQUEZ-ALONSO, A.	27
9	VON LINSINGEN, I.	26
10	ANGOTTI, J.A.P.	25
11	DAGNINO, R.	24
12	GIL PEREZ, D.	24
13	LATOUR, B.	24
14	FOUREZ, G.	23
15	KRASILCHIK, M.	23

FONTE: Adaptado de Toledo (2017)

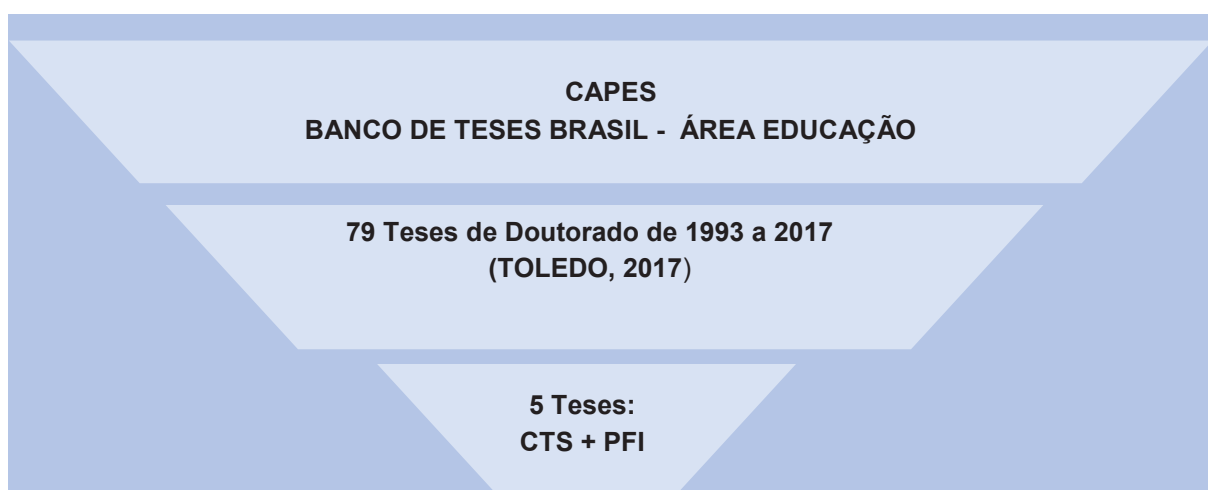
A partir das informações supracitadas, podemos inferir que a adoção dos critérios de inclusão “CTS” e “Professores em Formação Inicial” ou “Formação de Professores”, está em consonância com os propósitos da presente tese que pretende

investigar a inserção curricular da educação CTS na disciplina de Física II, para os PFI do Curso de Licenciatura em Química do IFAC-Campus Xapuri.

Nesse contexto, a opção de pesquisa restringiu-se às teses de doutorado em virtude de representarem a inovação e, também, por um maior aprofundamento conceitual nas pesquisas que investigaram a formação inicial de professores e a (re)configuração do currículo de ciências por meio dos descritores acima mencionados.

O diagrama abaixo apresenta o desenho da revisão sistemática, com os critérios de inclusão e exclusão, a partir de Toledo (2017).

DIAGRAMA 1 - CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO



FONTE: O autor (2022).

A partir do DIAGRAMA 1, depreende-se que das 79 teses, somente cinco resultaram como amostra final para análise e discussão dos seguintes parâmetros: i) O referencial teórico-metodológico com inserção de CTS no currículo; (ii) tipo de pesquisa e a respectiva abordagem; (iii) especificação dos sujeitos da pesquisa; (iv) objetivos; (v) resultados e discussões.

No QUADRO 9 a seguir, consta as teses selecionadas em Toledo (2017), relacionando dados como: ano, Instituição de Ensino Superior (IES), autor e título.

QUADRO 9 - SELEÇÃO DE TESES PARA REVISÃO DE LITERATURA

Ano/IES	Autor	Título
2013 UNICAMP	SORPRESO, T. P.	Energia nuclear mediante o enfoque ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de física.
2013 UFSCar	PRUDÊNCIO, C. A. V.	Perspectiva CTS em estágios curriculares em espaços de divulgação científica: contributos para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia.
2015 UFSM	FAGUNDES, S. M. K	Aspectos científicos, tecnológicos e sociais na construção profissional docente.
2016 UFSM	MÜNCHER, S.	A inserção da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na formação inicial de professores de Química.
2016 UFSCar	FABRÍCIO, T. M.	A cidade educadora e o enfoque CTS: articulações possíveis a partir dos professores de ciências em formação.

FONTE: O autor (2022).

A seguir, faço uma breve discussão das teses selecionadas, buscando obter elementos de análise, bem como adquirir uma visão geral desse material.

Em Sorpreso (2013), a tese *Energia nuclear mediante o enfoque ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de física*, referenciada na educação CTS, propõe-se a inserir uma temática CTS, de relevância social com contextualização histórica a partir da temática Elementos de Física Nuclear, na disciplina de Conhecimentos de Física Escolar I. Tal disciplina é complementar ao núcleo comum da Licenciatura em Física e detém 2 horas semanais. Também se abordou a relação do Ensino de Física no contexto social, a pertinência de explorar as relações CTS, de refletir sobre o Paradigma da Neutralidade Científica e suas relações no ensino de Física, bem como estabelecer limites entre a interdisciplinaridade e a especificidade do conteúdo programático.

Em suma, os achados da pesquisa mostraram que o desenvolvimento da unidade de ensino gerou conflitos nos imaginários dos discentes e alguns deslocamentos, fazendo com que eles ampliassem suas produções de sentido sobre a abordagem CTS e alguns de seus elementos. Em especial, constatou-se que os licenciandos incorporaram a noção de interdisciplinaridade como um trabalho conjunto entre professores e reservaram um papel importante para a História da Ciência em uma prática CTS.

A segunda tese analisada, *Perspectiva CTS em estágios curriculares em espaços de divulgação científica: contributos para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia*, encontra-se referenciada na educação CTS e na abordagem

temática de Freire. Nesta tese, Prudêncio (2013, p. 8) propõe inserir uma atividade na disciplina de Estágio Curricular Supervisionado II, “[...] de modo construir outro modelo de ensino de ciências que considerasse as situações de exclusão e auxiliasse na luta contra as desigualdades que marcam a sociedade brasileira.”

No que lhe concerne, os achados da Pesquisa foram: a existência de uma grande resistência a um ensino de ciências que considere fatores não científicos (sociais, econômicos, culturais, políticos, etc.). Constatou-se que alguns alunos reconhecem uma educação científica adequada somente para espaços Não Formais de Educação, enquanto outros apoiam a inserção do enfoque CTS na sala de aula em todos os níveis e aspiram por um ensino mais humanizado e conectado ao contexto real na própria universidade.

A terceira tese analisada, denominada *Aspectos científicos, tecnológicos e sociais na construção profissional docente*, o autor buscou investigar uma possível evolução por parte dos futuros professores de Biologia, procurando identificá-los segundo o nível de apropriação de conhecimentos didáticos construídos durante o semestre e definidos por elementos de análise verificados à *posteriori*. Foi desenvolvida, implementada e avaliada uma proposta de ensino junto à disciplina de Didática das Ciências Biológicas I.

Referente a essa tese, os achados da Pesquisa são os seguintes: observou-se uma evolução no que se refere aos saberes construídos pelos futuros professores em relação à construção e o desenvolvimento de um planejamento de ensino. Essa evolução foi observada em relação à visão de não neutralidade da ciência e tecnologia, observando outros conteúdos e aspectos relacionados, na escolha de um enfoque temático e na centralização do aluno no processo ensino/aprendizagem.

A quarta tese, em Münchem (2016), intitulada *A inserção da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na formação inicial de professores de química*, procurou investigar as limitações e as potencialidades da inserção de uma proposta com enfoque CTS na formação inicial de professores de química, mediante a construção de Sequências Didáticas (SD) direcionadas para o Ensino Médio, orientadas por pressupostos da educação CTS, na disciplina Prática de Ensino.

Por seu turno, os achados da pesquisa foram: os licenciandos apresentaram um conhecimento incipiente sobre a abordagem CTS no ensino; ademais quanto às concepções de interações CTS, alguns alunos apresentaram concepções plausíveis enquanto outros reforçaram visões simplistas da ciência e tecnologia. As SD

construídas foram analisadas a partir de um instrumento elaborado por Silva e Marcondes (2015). Nestas se destacaram aspectos como, por exemplo: o uso de temas; a tentativa de retomada da questão social ao final da SD; a discussão de assuntos controversos sobre problemáticas ambientais. Enfim, as fragilidades evidenciadas foram: a exemplificação; a abordagem marcadamente conceitual e disciplinar; e a ausência da discussão de questões tecnológicas.

Por fim, a quinta tese analisada em Fabrício (2016) faz uma discussão sobre a pertinência de consolidar esforços em processos de formação crítica e emancipadora, no âmbito de professores em educação inicial. Nessa perspectiva, de destacar a confluência no ensino de ciências entre a educação CTS e a abordagem temática Cidades Educadoras referenciada em Freire, Fabrício (2016, p. 9) destaca que ambas, “[...] compartilham de diversos aspectos que permitem sua identificação como concepções progressistas de educação [...].”

A referente pesquisa teve como objeto os documentos produzidos por uma turma de 20 alunos do Curso de Licenciatura em Biologia, na disciplina Práticas e Pesquisa em Ensino de Ciências Biológicas III. Segundo o pesquisador, a Análise Textual Discursiva-ATD dos dados obtidos,

[...] revelam pouca familiaridade da maioria dos alunos em relação a essas abordagens e reforçam a necessidade de uma incorporação mais incisiva das perspectivas do Enfoque CTS e das Cidades Educadoras nas orientações curriculares tanto do Ensino Básico quanto das próprias universidades, bem como a importância da adoção dessas perspectivas na formação de professores. (*Ibidem*, p. 9).

Com a análise do desenho de pesquisa das referidas teses, foi possível montar uma síntese de categorias apresentadas no QUADRO 10, a seguir.

QUADRO 10 - CATEGORIZAÇÃO DAS TESES ANALISADAS

Ano	2013	2013	2015	2016	2016
IES	UNICAMP	UFSCar	UFSCar	UFSCar	UFSCar
Autor	Sopres, T.P.	Prudêncio, C.A.V.	Fagundes, S.M.K.	Münchem, S.	Fabício, T.M.
Ref. Teórico Metodológico	Educação CTS	Educação CTS	Educação CTS	Educação CTS	Educação CTS
	Abordagem Temática Relevância Social	Abordagem Temática Pedagogia Freireana	Abordagem Temática Tipologia de Conteúdos 3 Momentos Pedagógicos	Sequência Didática	Abordagem Temática Cidades Educadoras
	Pesquisa Qualitativa	Pesquisa Qualitativa	Pesquisa Qualitativa	Pesquisa Qualitativa	Pesquisa Qualitativa
Análise de Dados	Abordagem Pesquisador Participante	Abordagem Pesquisador Participante	Abordagem Pesquisador Participante	Abordagem Pesquisador Participante	Abordagem Pesquisador Participante
	Análise de Discurso - AD	Análise Textual Discursiva - ATD	Análise Comparativa De Categorias	Análise Documental	Análise Textual Discursiva - ATD
Público Alvo	Lic. Física 1 turma 14 alunos	Lic. Biologia 2 turmas 24 alunos	Lic. Biologia 1 Turma 17 alunos	Lic. Química 1 Turma 28 alunos	Lic. Biologia 1 Turma 20 alunos
Disciplina	Conhecimentos de Física Escolar I	Estágio Curricular Supervisionado II	Didática das Ciências Biológicas I	Prática de Ensino	Práticas e Pesquisa em Ensino de Ciências Biológicas III
Inserção CTS	Enxerto CTS	Enxerto CTS	Enxerto CTS	Enxerto CTS	Enxerto CTS

FONTE: O autor (2022).

Quanto ao referencial teórico-metodológico, este se deu a partir da abordagem da Pesquisa Participativa com a análise de dados centrada na Análise Textual de Discurso-ATD, referenciado em Moraes e Galiuzzi (2007), como uma metodologia de investigação de informações textuais, consolidada na educação em ciências. Já a abordagem participativa caracteriza-se pela inserção do pesquisador no grupo observado, com fins de obter informações sobre a realidade dos atores sociais em seus próprios contextos (MINAYO; DESLANDES; GOMES, 2011).

A partir da pesquisa de Toledo (2017), pode-se observar certa convergência quanto à justificativa, objetivos e aspectos teórico-metodológicos. O público alvo abrange os PFI em Ciências. As justificativas apontam para a necessidade de renovação curricular ou da (re)configuração, capaz de atender as dimensões pedagógicas e também políticas, que o mundo atual exige.

Ambos argumentam a necessidade de uma educação científica em valores, que desenvolvam a capacidade crítica dos cidadãos em tomarem decisões sobre questões sociais que envolvam ciência e tecnologia. Em Prudêncio (2013) e Fabrício (2016), o referencial teórico busca aproximar, para fins de superação do modelo didático tradicional, uma (re)configuração curricular construída a partir da aproximação do enfoque educacional CTS com a abordagem Temática Crítica referenciada em Freire (2002).

Enfatizam, ainda, a pertinência da abordagem temática para a construção de sentidos sociais-culturais e ambientais do conhecimento científico e da tecnologia, buscando romper com as percepções naturalizadas pelo ensino de ciências no modelo didático tradicional e sua apologia ao Paradigma da Neutralidade Científica.

Como resultado dos posicionamentos de professores em formação inicial sobre os currículos temáticos, os autores obtiveram respostas que sugerem a necessidade do aprofundamento conceitual, assim como também da discussão sobre o currículo e, sobretudo, da autonomia docente frente à precarização da educação na atualidade.

Nesse contexto, pretendo aprofundar a discussão sobre o marco teórico da (re)configuração curricular, mediante a discussão dos resultados encontrados na implementação de uma Sequência Didática construída com referenciais da educação CTS e ACT, junto aos professores em formação inicial do Curso de Licenciatura em Química, por meio de uma disciplina do núcleo básico do currículo. A investigação será feita com base na Análise de Conteúdo referenciada em Bardin (2016).

3.2 O CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTS

A seguir examina-se a importância da formação de professores no estado do Acre, no amplo e complexo contexto da região norte, caracterizada por uma imensa área com baixa densidade demográfica. Para além da carência de professores, ainda há a necessidade do debate sobre o currículo dos cursos de licenciatura em ciência, e também, do perfil dos professores que se pretende formar.

3.2.1 O Contexto da Região Norte no Ensino de Ciências

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019), a região norte possui dimensões continentais, com sete unidades federativas (AC, AM, AP, PA, RO, RR e TO) que cobrem uma área de 3.853.575,6 km² (cerca de 45 % da superfície do Brasil) e abriga uma população de 18.430.980 habitantes. Tais números expressam, também, a baixa densidade demográfica da região, que contrasta com sua abundância de recursos naturais.

Nesse cenário, muitas são as dificuldades que caracterizam a acessibilidade na região norte, cuja sazonalidade do regime de chuvas influencia a trafegabilidade nas rodovias e hidrovias. Desta forma, o transporte e toda a sua logística sofrem forte impacto, o que se traduz no aumento do custo de produtos e serviços, chamado “custo amazônico”. Tal índice considera as dificuldades de deslocamento de cargas, transportes, comunicação e logística até as áreas de difícil acesso. Na educação, tal fator também está presente, contribuindo para o elevado custo por aluno comparativamente a outras regiões do país.

Apesar de tal fator estar bem estabelecido há anos, foi somente em 2019, por ocasião da 96ª Reunião Ordinária do Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica — CONIF, em Brasília, que se deu a aprovação pelo pleno da inserção do Custo Amazônico na matriz orçamentária do CONIF para 2020. Isso significa a inserção de um aporte extra de recursos de 5% no custeio de cada instituição da região Norte, Maranhão e Mato Grosso (MATOS, 2019).

Apesar do impacto positivo do custo amazônico na previsão orçamentária, a região norte vem ocupando gradativamente mais espaços no meio jornalístico em função do desmatamento, das queimadas, da mineração e da construção de usinas

hidrelétricas. Ações que, em nome do progresso, impactam a biodiversidade, os ecossistemas, as populações ribeirinhas e indígenas. Nesse contexto, a educação assume um caráter central, enquanto promotora de conhecimentos e impulsionadora de tecnologias sustentáveis para o desenvolvimento da região. Também é na educação que ressoa o protagonismo para a promoção e salvaguarda da cultura local.

Das dificuldades expostas acima, somam-se outros indicadores socioeconômicos e educacionais, amplamente desfavoráveis, conforme exposto na TABELA 2.

TABELA 2 - NÚMEROS DE IES POR CATEGORIA ADMINISTRATIVA SEGUNDO A REGIÃO GEOGRÁFICA E A UNIDADE DE FEDERAÇÃO DO BRASIL

Tabela Complementar A – Número de Instituições de Educação Superior, por Categoria Administrativa, segundo a Região Geográfica e a Unidade da Federação – Brasil – 2003-2012 (continua)

Região/Unidade da Federação	Instituições									
	2003					2004				
	Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Brasil	1.859	83	65	59	1.652	2.013	87	75	62	1.789
Norte	101	10	4	1	86	118	11	6	1	100
RO	25	1	-	-	24	22	1	-	-	21
AC	6	1	-	-	5	7	1	-	-	6
AM	18	2	2	-	14	18	2	2	-	14
RR	6	1	-	-	5	12	2	2	-	8
PA	20	3	1	-	16	25	3	1	-	21
AP	8	1	-	-	7	11	1	-	-	10
TO	18	1	1	1	15	23	1	1	1	20
Nordeste	304	22	17	13	252	344	23	18	15	288
MA	17	2	1	-	14	21	2	1	-	18
PI	25	2	1	-	22	26	2	1	-	23
CE	32	2	3	-	27	42	2	3	-	37
RN	14	3	2	-	9	16	3	2	-	11
PB	24	3	1	-	20	28	3	1	-	24
PE	72	4	1	13	54	77	5	1	15	56
AL	22	2	4	-	16	24	2	5	-	17
SE	9	2	-	-	7	11	2	-	-	9
BA	89	2	4	-	83	99	2	4	-	93
Sudeste	938	30	22	29	857	1.001	32	28	30	911
MG	265	15	4	4	242	289	17	4	4	264
ES	79	2	1	1	75	90	2	1	1	86
RJ	119	9	3	1	106	118	9	2	2	105
SP	475	4	14	23	434	504	4	21	23	456
Sul	306	12	18	6	270	335	12	19	6	298
PR	151	2	17	3	129	158	2	17	3	136
SC	81	2	1	3	75	94	2	1	3	88
RS	74	8	-	-	66	83	8	1	-	74
Centro-Oeste	210	9	4	10	187	215	9	4	10	192
MS	39	1	1	-	37	41	1	1	-	39
MT	43	3	1	1	38	47	3	1	1	42
GO	63	4	1	9	49	61	4	1	9	47
DF	65	1	1	-	63	66	1	1	-	64

Fonte: MEC/Inep. Tabela elaborada por Inep/Deed

FONTE: INEP - Censo da Educação Superior (2012)

Conforme se pode depreender dos dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira — INEP, relativos ao ano base de 2012, das 2.407 IES, somente 156 se encontram na Região Norte, perfazendo cerca de 5,6 % do total. Observa-se que até o ano de 2010 o estado do Acre contava somente com a Universidade Federal do Acre — UFAC, localizada na capital Rio Branco-AC, não possuindo nenhum Instituto Federal, assim como na época o estado do Amapá.

Para entender esse processo, reporto-me a Lei nº 11.195/2005 que criou o Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional por intermédio da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC/MEC). Esse período foi marcado por investimentos no âmbito das Instituições Federais com o objetivo de ampliar as unidades em todo o território nacional. Consequentemente, o Governo Federal, por meio da Lei nº 11.892/2008, criou a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, interiorizando e diversificando a educação profissional e tecnológica no país.

Com o programa de expansão da rede e sua distribuição espacial no território nacional, as distâncias foram reduzidas e a interiorização do acesso à Educação Profissional e Tecnológica — EPT, tornou-se uma realidade. A primeira fase do programa deu prioridade para as unidades da federação, até então desprovidas de unidade de ensino federal, como era o caso dos estados do Acre e Amapá. Nesse contexto, em 2009, foi criado o Instituto Federal do Acre — IFAC, na capital Rio Branco, e no interior, nos municípios de Sena Madureira e Cruzeiro do Sul.

Em 2010 o programa de expansão da rede federal atingiu novos municípios do Acre, contemplando Xapuri, na região do Alto Acre, fronteira com a Bolívia e o Peru. Nesse mesmo ano, o Instituto passou a oferecer cursos de nível técnico com ênfase nos eixos tecnológicos de Recursos Naturais, Ambiente e Saúde, Segurança, Informação e Comunicação.

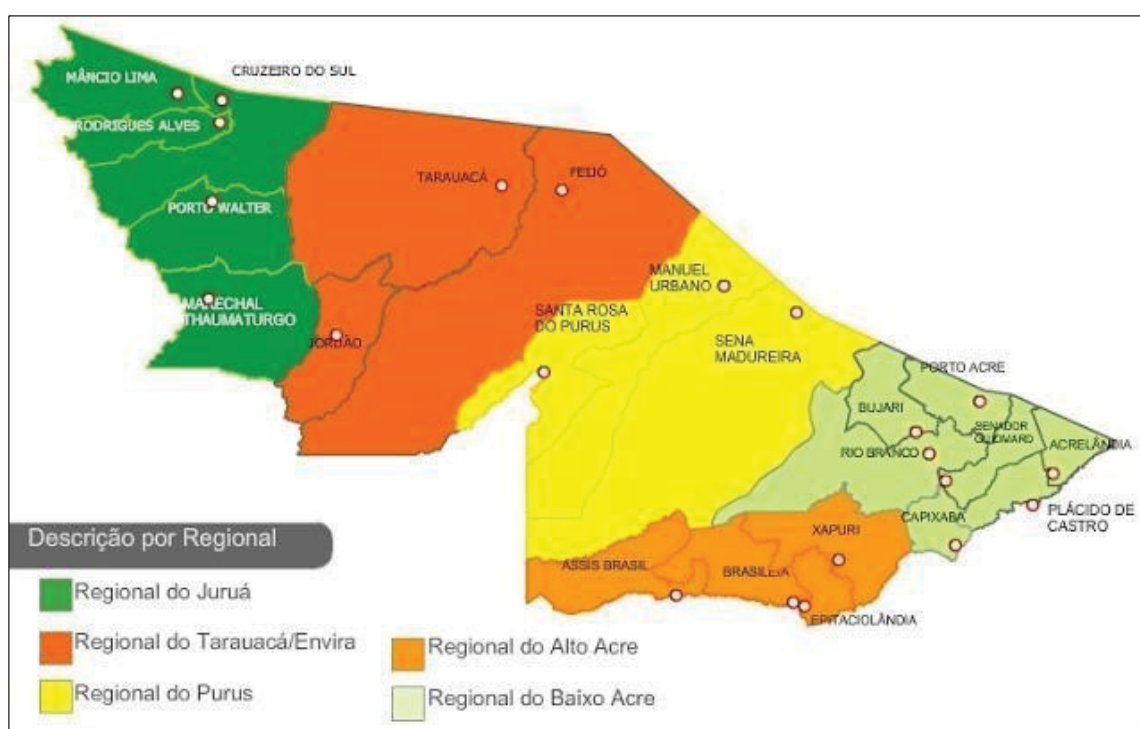
Na sequência, em 2011, em meio à expansão da estruturação dos *campi*, ocorreu a oferta de cursos de graduação observando as duas grandes metas definidas pela Lei nº 11.892/2008 que instituiu na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, a oferta de 50% das matrículas para a Educação Técnica de Nível Médio, (prioritariamente na forma integrada) e 20% para licenciaturas e programas de formação de professores.

Neste contexto de interiorização dos *campi*, desde 2013, o IFAC se faz presente nas 5 microrregiões do estado, trabalhando de forma articulada, visando

fortalecer potencialidades e suprir carências de cada região. A reitoria, com sede na capital Rio Branco, e mais seis *campi* distribuídos em: (1) Cruzeiro do Sul; (2) Sena Madureira; (3) Rio Branco; (4) Xapuri; (5) Avançado Baixada do Sol (RB) e (6) Tarauacá.

Tal organização geográfica pode ser depreendida da FIGURA 2, onde os *campi* estão distribuídos no mapa do estado do Acre, situando as microrregiões, a distribuição dos municípios constituintes e as fronteiras.

FIGURA 2 - IFAC: UNIDADES REGIONAIS

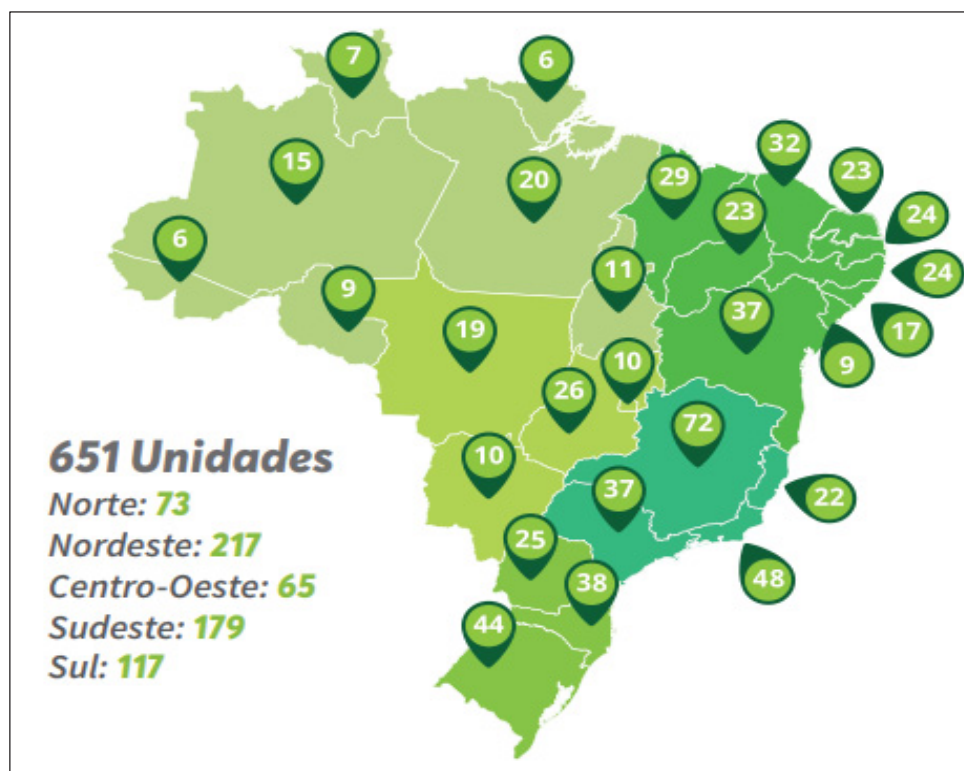


FONTE: <https://www.ifac.edu.br/documentos/PDI20142018.pdf>.

Atualmente, o IFAC faz parte da rede federal de ensino, composta por 38 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, por 2 Centros Federais de Educação Tecnológica, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 22 escolas técnicas vinculadas às universidades federais e o Colégio Pedro II (RJ), que, juntos, somam mais de 650 unidades implantadas em todo o Brasil e superam a marca de um milhão de estudantes matriculados (CONIF, 2021).

Tal disposição geográfica da rede de institutos pode ser avaliada na FIGURA 3, a seguir:

FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE IFS NO BRASIL



FONTE: <https://portal.conif.org.br/estudos/livreto-10-anos-dos-institutos-federais>.

O IFAC, por intermédio de seus *campi*, tem um papel proeminente associado ao desenvolvimento científico e tecnológico nas microrregiões do estado do Acre, impactando diversos contextos, através do ensino, da pesquisa e da extensão. No âmbito do ensino, seus cursos de formação inicial de professores em Química, Física e Ciências Biológicas expandiram determinadas concepções de Ciência e de conhecimento científico, bem como de suas relações com a sociedade e seus propósitos no contexto social. Assim, se tornou uma política pública potencialmente capaz de intervir na realidade educacional, socioeconômica e ambiental da região para favorecer transformações significativas.

Destaca-se também a localização estratégica do Campus Xapuri-AC, que por sua posição geográfica próxima da Bolívia e do Peru (Alto Acre), possibilita o intercâmbio interinstitucional com esses países. Fato esse que reforça a pertinência de um olhar crítico sobre aspectos teórico-metodológicos de seus cursos.

3.2.2 Licenciatura em Química: Uma Perspectiva CTS

Doravante me direciono para o curso de Licenciatura em Química do IFAC, Campus Xapuri, em termos de proposta educacional, metas e currículo. Para esse empreendimento será utilizado o documento que contempla os elementos constitutivos da identidade do curso, ou seja, o Projeto Pedagógico do Curso — PPC. É nele que se pode identificar, através da proposta curricular alicerçada em fundamentos teóricos, metodológicos e organizacionais, o processo instalado que propõe um perfil ao professor que se pretende formar.

Fato é que, para elaborar o PPC, foi indispensável realizar um diagnóstico com o escopo de conhecer a realidade da comunidade Xapuriense. Em seguida, procederam-se discussões acerca dos objetivos e finalidades para uma reflexão crítica. Essa concepção de Projeto Pedagógico do Curso (PPC) converge com o conceito de,

[...] documento que detalha objetivos, diretrizes e ações do processo educativo a ser desenvolvido na escola, expressando a síntese das exigências sociais e legais do sistema de ensino e os propósitos e expectativas da comunidade escolar. De certo modo, o projeto pedagógico-curricular é tanto a expressão da cultura da escola (cultura organizacional) como sua recriação e desenvolvimento. (LIBÂNEO, 2004, p. 151).

Nesse sentido, a abordagem do PPC é idealizada como uma organização de trabalho envolvendo todos os setores do ambiente educacional, fundamentada em concepções que norteiam a educação. Para Veiga (2007), as concepções de uma educação democrática, pública e gratuita, reforçam a qualidade educacional, a autonomia, a gestão democrática e a valorização docente, expressas na LDB nº 9.394/96.

Conforme a legislação vigente, os cursos de licenciatura devem ter foco na formação de professores para a Educação Básica. Assim, o currículo do curso e sua composição estrutural nas áreas específicas, gerais e pedagógica convergem para uma identidade no processo de formação inicial de professores.

No contexto da presente pesquisa, esse olhar sobre o PPC do curso de Licenciatura em Química do IFAC, Campus Xapuri, tem por objetivo analisar e discutir a proposta de formação inicial de professores de Química do ponto de vista dos pressupostos da Educação CTS.

A opção pela adoção dos estudos CTS, para servir de elemento de análise, justifica-se na medida em que tal enfoque no ensino de ciências está consolidado mundialmente desde a década de 80 (AULER, 2003; AULER, 2007; BAZZO, 1998; SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Conforme destaca Santos (2012, p. 50), “[...] educação CTS tem sido adotado com dois grandes significados: o que expressa o ideário de um movimento social mais amplo de discussão pública sobre políticas de Ciência e Tecnologia e sobre os propósitos da tecnociência (von LINSINGEN, 2007).”

Do ponto de vista educacional, o autor ainda esclarece que:

Assim pode-se caracterizar a proposta curricular de CTS como correspondendo a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (LUJÁN, LÓPEZ e LÓPEZ CEREZO, 1996). (*Ibidem*, p. 51).

Portanto, busca-se identificar no documento de identidade do curso, mais exatamente no PPC do curso de Licenciatura em Química do IFAC-Campus Xapuri, em que medida os pressupostos da educação CTS se fazem presentes em seus aspectos teóricos, metodológicos e organizacionais.

3.2.3 Licenciatura em Química: PPC e educação CTS

O curso de Licenciatura em Química entrou em vigor em 2013 e o seu reconhecimento pelo MEC se deu no final de 2015. Em 2017, o Núcleo Docente Estruturante — NDE começou a discutir a reestruturação do curso e uma nova versão do PPC de Licenciatura em Química foi aprovada pela Resolução CONSU/IFAC nº 22/2019, publicada em 17/07/2019 com a vigência a partir de 2020.

O PPC - IFAC (2019) do curso de Licenciatura em Química do IFAC - Campus-Xapuri, tem sua estrutura organizacional consoante as diretrizes curriculares para os cursos de formação de professores, fundamentada na Lei de Diretrizes e Bases nº 9394/1996. Também está estruturado no parecer CNE/CES nº 1.303/2001 que versa sobre as orientações das matrizes curriculares nacionais para os cursos de Licenciaturas apresentada pela Secretaria de Educação Superior do MEC, na Resolução CNE/CES nº 8/2002, em especial sobre os cursos de Licenciatura em Química.

No QUADRO 11, consta uma visão panorâmica do curso na categoria de identificação do curso.

QUADRO 11 - PPC DO CURSO DE LIC. EM QUÍMICA – IFAC CAMPUS XAPURI

Dados Identificação	PPC (2019)
Carga Horária:	3240 H
Duração Mínima	8 Semestres
Forma De Ingresso	SISU-ENEM E/OU PROCESSO SELETIVO SIMPLIFICADO
Modalidade	PRESENCIAL
Forma	ANUAL
Regime	SEMESTRAL
Turno de Oferta	NOTURNO
Nº DE VAGAS	40

FONTE: O autor (2022).

O segundo refere-se à necessidade do campus Xapuri-AC realizar sistematicamente matrículas por Processo Seletivo Simplificado, regulamentado em edital próprio, visto que o Sistema de Seleção Unificada — SISU através do ENEM, não contemplava o número mínimo de 28 candidatos para a abertura de turma.

No momento, o PPC (IFAC-PPC, 2013) foi integralmente substituído pela versão atualizada de 2019. Quanto ao objetivo geral do curso, destaca-se a ênfase na promoção da instituição como centro de excelência nacional. Como diz o documento,

“[...] formar professores com ampla e sólida base teórico-metodológica para atuar na Educação Básica no ensino de Química de forma contextualizada e comprometida com a construção de valores éticos e atitudes para o desenvolvimento econômico e socioambiental, atendendo às necessidades e realidades peculiares a sua região de abrangência, assim como ao contexto do ensino nacional, firmando o IFAC como uma instituição acadêmica comprometida com o fortalecimento das potencialidades e com a superação das dificuldades regionais e locais”. (IFAC-PPC, 2019, p. 14).

De outra parte, destaca sua vocação regional, em “firmar-se como instituição de referência no que tange à pesquisa, inovação e pós-graduação, contribuindo para a formação humana e, conseqüentemente, para o desenvolvimento sustentável do estado do Acre.” (*Ibidem*, p. 63).

No que concerne aos objetivos específicos do referido documento, foi constatado a existência de referências explícitas às metas de uma educação científica com viés CTS, conforme pode-se depreender do texto a seguir:

Conscientizar o aluno sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, de modo a desenvolver espírito crítico, científico, reflexivo e ético e a compreender a importância da educação para preservação da vida e do meio ambiente; Desenvolver a capacidade de elaborar e disseminar conhecimentos desenvolvidos na área de Química, visando à leitura da realidade e o exercício da cidadania. (IFAC-PPC, 2019, p. 14).

Por fim, também se observou que em relação às competências e habilidades sobre a compreensão do licenciado, este deve “Reconhecer a Química como uma construção humana compreendendo os aspectos históricos de sua produção e suas relações com os contextos cultural, socioeconômico e político.” (*Ibidem*, p. 20).

A seguir, examino a organização da matriz curricular do PPC, no sentido de compreender a sua lógica estruturante e também de localizar os componentes curriculares que contemplem a abordagem CTS em suas ementas.

3.2.3.1 PPC e CTS: Matriz Curricular e Autores

A matriz curricular do curso está organizada por componentes curriculares em regime seriado semestral, distribuídas em 4 núcleos e suas respectivas áreas. O primeiro Núcleo compreende a formação geral, através “[...] das áreas específicas e interdisciplinares, e do campo educacional, seus fundamentos e metodologias e das diversas realidades educacionais aqui divididos pelas Área Básica, Área Pedagógica e Área Específica [...]” (*Ibidem*, p. 30-31).

O segundo núcleo constitui-se tanto no aperfeiçoamento como na diferenciação dos estudos voltados para os campos de atuação profissional. Por isso, inclui conteúdo específicos e pedagógicos, priorizando o projeto pedagógico do curso de Licenciatura em Química, em concordância com os sistemas de ensino.

Já o terceiro núcleo do documento, contempla:

estudos integradores para enriquecimento curricular, compreendendo a participação em seminários e estudos curriculares, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, residência docente, monitoria e extensão, entre outros, diretamente orientados pelo corpo docente da mesma instituição; atividades práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas de modo a propiciar vivências nas diferentes áreas do campo educacional, assegurando aprofundamento e diversificação de

estudos, experiências e utilização de recursos pedagógicos; mobilidade estudantil, intercâmbio e outras atividades previstas no PPC; atividades de comunicação e expressão visando à aquisição e à apropriação de recursos de linguagem capazes de comunicar, interpretar a realidade estudada e criar conexões com a vida social, esse núcleo é formado pelas Atividades acadêmico-científico-culturais. (IFAC-PPC, 2019, p. 33).

No que lhe concerne, o estágio supervisionado, para além de um requisito para adquirir a aprovação e obtenção do diploma pelo aluno, constitui-se em um “instrumento de integração e de formação docente, necessário e obrigatório na formação do Licenciado em Química um plano de realização embasado em 400 horas concluído até o último período do curso”. (IFAC-PPC, 2019, p. 33).

A estrutura dos núcleos perfaz, atualmente, um total de 3.240 horas e pode ser visualizada no QUADRO 12 abaixo.

QUADRO 12 - CURSO DE LIC. EM QUÍMICA: ESTRUTURA DOS NÚCLEOS

Núcleo	Área / Disciplina	Horas	Total
1	Área Básica	615	2.475
	Área Pedagógica	855	
	Área Específica	1.005	
2	Língua Brasileira De Sinais – Libras	60	165
	Optativa I	60	
	Optativa II	45	
3	Atividades Acadêmico-Científico-Culturais	200	200
4	Química I	75	400
	Química II	85	
	Química III	120	
	Química IV	120	

FONTE: O autor (2022).

Além disso, merece destaque o fato que a educação CTS ser explicitamente citada na ementa da disciplina “Didática Aplicada ao Ensino de Química”, conforme fragmento a seguir:

Tendências, processos e estratégias metodológicas de ensino e aprendizagem da química: abordagem CTS, letramento científico e história e filosofia da ciência no ensino de química. Projetos e propostas curriculares, políticas públicas e suas implicações para o ensino de química. Identificação de barreiras epistemológicas em materiais didáticos escritos. Novas perspectivas do ensino de química. (*Ibidem*, p. 108).

Os componentes curriculares onde normalmente é vinculada a inserção da educação CTS, na matriz do curso, estão situados no Núcleo 1, que abriga as disciplinas da área pedagógica (APÊNDICE 1), conforme se depreende da síntese abaixo:

QUADRO 13 - CURSO DE LIC. EM QUÍMICA: ÁREA PEDAGÓGICA

Núcleo 1	Período	Disciplina	Horas
Área Pedagógica	1	História da Química	30
	3	Instrumentação para o Ensino de Química I	30
	4	Didática Aplicada ao Ensino de Química*	45
	4	Instrumentação para o Ensino de Química II	45
	6	Metodologia do Ensino de Química I	45
	7	Metodologia do Ensino de Química II	45

FONTE: O autor (2022)

Enfim, é evidente que esta análise constitui um recorte de um panorama amplo que envolve uma discussão sobre o currículo, a estrutura física, o corpo técnico/docente e políticas educacionais.

No QUADRO 14, apresento por ordem de frequência, uma relação de autores identificados com a educação científica, em suas aproximações com a educação CTS.

QUADRO 14 - CURSO DE LIC. EM QUÍMICA: AUTORES CTS

Posição	Autor	Título do Livro
1	CHASSOT, A. I.	Educação e Ensino de Química
2	DELIZOICOV N. D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M. M.	Ensino de Ciências: fundamentos e métodos
3	SANTOS, W.	Ciência e educação para a cidadania
4	MORTIMER, E. F.	Linguagem e formação de conceitos
5	KRASILCHIK, M.	O professor e o currículo de ciências
6	CACHAPUZ, A.	A necessária renovação do ensino de ciências

FONTE: O autor (2022).

3.2.3.2 Considerações sobre o Curso de Química e Educação CTS

Santos e Schnetzler (2010) propõem um ensino de química voltado para a cidadania, que esteja centrado na inter-relação de dois componentes básicos: o conhecimento químico e o contexto social. Assume-se, assim, a ideia de que o domínio específico do conhecimento químico é insuficiente para lidar com o ensino de ciências.

Já as ementas das disciplinas que compõem o *corpus* curricular distribuídas ao longo dos oito períodos do curso não contemplam as expressões educação CTS, educação-CTSA e alfabetização científica, nem mesmo na disciplina optativa de Educação Ambiental. Fato preocupante na medida que durante todo esse tempo, as pesquisas em educação reforçaram a educação CTS, CTS+A e ACT como altamente desejável na formação inicial de professores de ciências.

Além disso, a região norte carece tanto de IES como de professores de ciências para a educação básica, fato este que, no contexto nacional, tem sido objeto de pesquisa a identificação das possíveis causas para essa carência (ANDRADE *et al.*, 2004; ZUCCO, 2005). Percebe-se assim que a ampliação da rede dos IFs com a verticalização do ensino, abrangendo as licenciaturas, faz parte do esforço de mitigar essa deficiência.

Apesar de ser parte da problemática do ensino de ciências, a busca pela superação quantitativa de professores não resolve o problema que perpassa o processo formativo — inicial e continuado.

Por fim, volto à percepção de Santos e Schnetzler (2010) de que o conhecimento químico é insuficiente frente à realidade social. A renovação no ensino de ciências, urgente e necessária, demanda mudanças curriculares e metodológicas, consistentes com os propósitos da Educação CTS, CTS+A e ACT, especialmente na região norte, em meio ao inadiável compromisso de uma educação científica para a cidadania, bem como a sua contribuição socioambiental na região amazônica.

No próximo capítulo, embaso o referencial teórico-metodológico que orienta a presente tese, em alinhamento com a pesquisa qualitativa com abordagem no estudo de intervenção pedagógica.

4. PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Ao iniciar uma pesquisa, submerge-se em um processo de interação com a realidade, produzindo questionamentos relativos às ferramentas e instrumentos que serão utilizados na pesquisa acadêmica. Aspecto esse, assim ressaltado por Pereira (2021, p. 168): “[...] apesar do ato de pesquisar não se exaurir nos seus aspectos instrumentais, seu sucesso também está ligado à determinação adequada dos sujeitos, do cenário e da forma de coletar e analisar os dados.”

Nesse sentido, visa-se explicitar e explicar a opção metodológica da presente tese. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), busca explicar o porquê do objeto, visando aprofundar a compreensão de um grupo social ou de uma organização, mas sem se preocupar com a representatividade numérica do elemento estudado. Consequentemente, o pesquisador torna-se, simultaneamente, sujeito e objeto de suas pesquisas, visto que sua cognição ainda é restrita nesse aspecto. Assim, para Deslauriers (1991) citado pelos autores, o objetivo da amostra é produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela esteja capacitada a produzir novas informações.

Ao refletir sobre a pesquisa qualitativa, observa-se que ela responde a assuntos bem específicos, se ocupando, como descrito por Minayo, Deslandes e Gomes (2011, p. 21), “com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes.”

O conjunto de ações, que norteia o padrão comportamental humano, é percebido como uma parcela da realidade social que responde aos mais variados estímulos do cotidiano, motivo pelo qual não consegue ser reduzido a cálculos de variáveis. Nessa lógica, os indivíduos se diferenciam não apenas por fazer, mas por refletirem sobre suas ações, bem como por interpretá-las no contexto em que vivem, com base na realidade experienciada e compartilhada com seus semelhantes.

Nesta pesquisa, buscou-se investigar os limites e potencialidades de uma proposta teórico-metodológica referenciada na educação CTS aliada aos eixos estruturantes de ACT, junto aos Professores em Formação Inicial — PFI, do Curso de Licenciatura em Química do IFAC — Campus Xapuri. A ação de trabalhar com a educação CTS em uma disciplina de Física II, constitui uma ruptura no paradigma vigente nos currículos das licenciaturas em Ciências, nos quais predomina a inserção CTS no núcleo das disciplinas didático-pedagógicas.

Após a definição da parte exploratória da pesquisa, voltei-me para os aspectos teórico-metodológicos que, aptos a assegurarem um delineamento teórico capaz de amparar a dialogicidade entre o professor-pesquisador e o aluno-professor, contemplam o protagonismo de ambos. Nesse sentido, a opção metodológica recaiu sobre a pesquisa qualitativa com abordagem de Intervenção Pedagógica. Tal distinção assenta-se na compreensão de que a investigação dos processos pedagógicos mediados pelo professor, são perpassados por dinâmicas sociais e culturais.

4.1 A PESQUISA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A pesquisa de intervenção pedagógica envolve o planejamento, a implementação e a avaliação dos efeitos de uma proposta de intervenção pedagógica. Para Damiani *et al.* (2013, p. 62) tal referencial pressupõe dois campos distintamente demarcados: “[...] o método da intervenção (método de ensino) e o método da avaliação da intervenção (método de pesquisa propriamente dito).”

O primeiro campo, o método da intervenção, é composto pelo espectro da fundamentação teórica da proposta interventiva, do mesmo modo que justifica a adoção de diferentes práticas didático-pedagógicas. Nesse sentido, o professor é caracterizado como um agente da intervenção, sendo o foco do relatório, no qual consta, suas opções metodológicas e sua atuação — o referencial teórico metodológico e a *práxis*.

Quanto ao método de avaliação da pesquisa, Damiani *et al.* (2013, p. 62) argumenta que “[...] tem o objetivo de descrever os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para capturar os efeitos da intervenção.”

Nesse contexto, o professor assume-se como pesquisador, apresentando e justificando suas opções pelos instrumentos de pesquisa. Nesse sentido, analisam-se os efeitos da pesquisa sobre os participantes, discutindo-se os resultados, os pontos fracos e fortes da intervenção.

Enfim, a pesquisa qualitativa com base na “intervenção pedagógica” retrata uma investigação na própria situação-real, cujos atores envolvidos no processo, alunos e professores, são alvos dinâmicos da investigação, podendo alterar a realidade da pesquisa. Tal processo interventivo constitui-se de três distintas fases: A primeira refere-se à demarcação do contexto; a segunda objetiva a construção de um

modelo didático, visando a intervenção; e a terceira é a intervenção propriamente dita, com a extração de dados mediante instrumentos específicos.

A seguir no QUADRO 15, consta a síntese da proposta de intervenção do tipo pedagógica, junto aos PFI do 5.º semestre do Curso de Licenciatura em Química.

QUADRO 15 - PESQUISA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: SÍNTESE

Categorias	Descrição
Objetivos	Avaliar uma proposta de intervenção pedagógica, no âmbito da educação científica, desenvolvida na disciplina de Física II e referenciada em pressupostos da educação CTS e da ACT, quanto: favorecimentos e obstáculos no processo e ensino-aprendizagem; potenciais contribuições na formação dos professores; Debater questões sociocientíficas relacionadas ao tema de relevância social.
Método da Intervenção	Educação CTS - Temática Relevância Social Sequência Didática (SD) - 3 Momentos Pedagógicos.
Método de Avaliação da Intervenção	Produções textuais: questionário e infográfico
Efeitos da participação sobre os participantes	Observações do professor pesquisador, produções textuais dos PFI e questionários
Efeitos da participação em si mesma.	Professor Pesquisador

FONTE: O autor (2022).

Logo após, será explicitado a construção da sequência didática com sua fundamentação teórico-metodológica.

4.1.1 Pesquisa de Intervenção Pedagógica: Primeira Fase

O cronograma do projeto de pesquisa estabelecia o primeiro semestre de 2020 para a aplicação do projeto de ensino junto aos PFI do curso de Licenciatura em Química do IFAC, Campus Xapuri-AC. Em decorrência disso, veio a definição dos sujeitos da pesquisa: os alunos da turma do 5.º período, do respectivo curso, matriculados na disciplina de Física II.

A referida turma de PFI iniciou o curso no ano de 2018, com 32 alunos, mas no momento da pesquisa de campo, em março de 2020, contava com apenas 17 alunos matriculados na disciplina. Contudo, nesse mesmo mês houve a suspensão das atividades de ensino em função da pandemia da COVID-19, e quando as atividades retornaram, em setembro do corrente ano, voltaram sob o formato de Ensino Remoto Emergencial – ERE, com somente 11 alunos permanecendo na

disciplina.

No QUADRO 16 a seguir, detalhamos a identificação do contexto da pesquisa de intervenção pedagógica realizada junto aos PFI.

QUADRO 16 - PESQUISA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA – CONTEXTO

IDENTIFICAÇÃO DA INTERVENÇÃO	
Instituição	Instituto Federal do Acre – IFAC, campus Xapuri
Curso	Licenciatura em Química
Turno / Modalidade	Noturno / Ensino Remoto Emergencial – ERE
Ano de Ingresso – nº de Matrículas	2018 - 32 alunos
Disciplina	Física II – 5º Semestre – 60 h

FONTE: O autor (2022).

Na subseção seguinte, procede-se a 2.^a fase da pesquisa interventiva, descrevendo seu amparo teórico.

4.1.2 Pesquisa de Intervenção Pedagógica: Segunda Fase

Como articular conteúdos disciplinares da ementa com conteúdo CTS, desejando promover a alfabetização científica? Nessa pesquisa considerou-se a importância da estruturação curricular organizada em temas, proposta embasada em Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 193) centrada em, “[...] situações significativas para os alunos, em vez de uma estrutura curricular que se organize apenas na perspectiva da abordagem conceitual.”

Ou seja, nessa perspectiva curricular, as situações significativas são o ponto de partida, e os conceitos científicos ficam subordinados ao desenvolvimento da temática.

a) A Opção pela Temática de Relevância Social

A resposta para esse questionamento levou-me a considerar a temática de relevância social. Nesse sentido, a literatura CTS aponta diversas pesquisas que convergem para o entendimento da inserção de “temas de relevância social” na educação científica (AULER, 2007; CARLETTO; PINHEIRO, 2010; LINSINGEN, 2007; MUENCHEN; AULER, 2007; PINHEIRO *et al.*, 2007; RICARDO, 2007; SILVA;

CARVALHO, 2007; SILVA; CARVALHO, 2009; WATANABE-CARMELLO *et al.*, 2010).

Tais autores, propõem alguns critérios a serem observados na seleção dos temas, como a atualidade e a associação com problemáticas sociais ou com situações existenciais. Contudo, não há consenso quanto ao que deva ser problematizado, bem como a origem das temáticas, produzindo assim uma diversidade de segmentos em linhas de pesquisa, como os que recomendam temas a partir: de controvérsias sociais (SILVA; CARVALHO, 2009; SILVA; CARVALHO, 2007; WATANABE-CARMELLO *et al.*, 2010); dos interesses dos alunos e/ou comunidade (AULER, 2007; MUENCHEN; AULER, 2007; PINHEIRO *et al.*, 2007).

Nesse sentido, optou-se pela temática de relevância social a partir dos problemas enfrentados pelos alunos e/ou da comunidade local. Tal processo exigiu o diálogo e a negociação entre uma “extensa” lista de dificuldades que afetam a população Xapuriense com a ementa da disciplina de Física II, num processo dialógico e reflexivo do professor com o currículo e a comunidade local.

Por fim, dentre os inúmeros obstáculos que afetam a comunidade local, como as queimadas, a poluição dos rios, a debilidade do abastecimento de água potável, entre outros, optou-se por investigar a precária distribuição de energia elétrica no município de Xapuri-AC. A relevância social está contemplada na medida em que toda a população local é afetada, ainda que de forma desigual, em virtude da imposição de fatores socioeconômicos.

Com a definição da temática profundamente arraigada em questões científicas, tecnológicas e socioambientais, foi construída uma sequência didática (SD) com inserção de conteúdo, tanto disciplinares de física, como os trazidos do referencial CTS. Tal percurso investigativo tinha origem na sociedade, passava pela tecnologia, por conhecimentos científicos, e retomava ao ponto de origem com vistas à intervenção. Em concordância com os pressupostos da educação CTS, os conteúdos específicos da disciplina estariam subordinados à temática investigada.

Pensou-se, também, em associar um título ao assunto capaz de estabelecer um vínculo de identidade com os alunos. Nesse sentido, após muita reflexão, recorri a uma interjeição cotidiana manifestada pela população local, assim declarada: “Eita! Faltou luz”. O título evoca a expressão de espanto e desânimo dos munícipes, ao se referirem com desesperança, tristeza e abatimento ao fato da recorrente falta de energia elétrica no município de Xapuri-AC.

Nessa perspectiva, a presente temática de relevância social dá visibilidade às contradições relativas à ciência e tecnologia e seu impacto social, estimulando o debate e a participação dos alunos no exercício da democracia (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; SANTOS; MORTIMER, 2000).

Na sequência, será descrito a construção do modelo didático e de sua fundamentação teórica-metodológica que culminaram na Sequência Didática de relevância social, a qual discute a precarização do abastecimento de energia elétrica no município de Xapuri-AC.

b) A Opção pela Sequência Didática

Neste momento, descrevo sucintamente o processo de construção da Sequência Didática, que em Zabala (1998, p. 18), constitui “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, com um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos.”

Esse processo de construção da SD também se caracteriza pelo planejamento e o desenvolvimento de uma temática em aulas sequenciais, utilizando-se de diferentes metodologias e recursos didáticos, a partir de objetivos pré-estabelecidos.

As aulas na SD foram planejadas e ancoradas numa temática de interesse social consubstanciado nos estudos CTS e visaram representar uma mudança tanto na organização dos conteúdos quanto no propósito da educação científica. A esse propósito convém destacar que:

Nessas intervenções, os conhecimentos trabalhados deixam de ter um fim em si e/ou apenas uma finalidade futura, passando a constituir-se em “ferramentas” para a compreensão de temas de relevância social, para a compreensão de situações do mundo vivido. (MUENCHEN; AULER, 2007, p. 422).

Nesse sentido, Auler (2007) compreende que tal concepção exige, necessariamente, um enfoque interdisciplinar equilibrado e integrativo entre as áreas de conhecimento. Afirma o autor que:

Apesar de avanços significativos na busca de superação da fragmentação disciplinar, o estudo, a análise de temas, apenas do ponto de vista das assim chamadas ciências naturais, pode resultar numa recaída cientificista. Os

alunos, analisando temas sociais marcados pela dimensão científico-tecnológica, unicamente a partir do ângulo das ciências naturais, poderão construir a compreensão de que tal campo é suficiente para compreender e buscar soluções para problemas sociais. Em outros termos, tentar resolver um problema, desvinculando-o das relações sociais em que se configura, de forma apenas técnica, via aumento de conhecimentos técnico-científicos, pode significar um retorno à tecnocracia. (AULER, 2007, p. 7).

Com essas considerações, a partir de uma temática de relevância social sob o título “Eita! Faltou luz”, foram organizadas sete aulas para a Sequências Didática-SD, as quais estabeleceram um vínculo específico de sentidos e de significados nos diálogos com os sistemas de geração, transmissão, distribuição e consumo da energia elétrica em contextos socioambientais.

Tal investigação consubstanciada na SD pode ser visualizada no QUADRO 17, a seguir.

QUADRO 17 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “EITA! FALTOU LUZ.”

A1	Energia Elétrica em Xapuri-AC: o contexto da região norte.
A2	Energia Elétrica: matriz energética e impactos socioambientais
A3	Energia Elétrica: o sistema de geração
A4	Energia Elétrica: sistemas de transmissão e distribuição
A5	Energia Elétrica: sistemas de distribuição e consumo
A6	Energia Elétrica: o sistema fotovoltaico
A7	Energia Elétrica em Xapuri-AC: possibilidades e desafios

FONTE: O autor (2022).

c) A Opção pelos 3 Momentos Pedagógicos - 3MP

De posse da temática de relevância social, bem como de sua subdivisão referente às diferentes etapas do sistema elétrico brasileiro, passou-se a considerar os “Três Momentos Pedagógicos — 3MP”. Tal abordagem, amplamente referenciada na educação científica, está estruturada em distintas fases: a da Problemática Inicial (P.I), a da Organização do Conhecimento (O.C) e a da Aplicação do Conhecimento (A.P) — (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Muenchen e Delizoicov (2014), em ampla discussão da referida abordagem, destacam que no âmbito da educação científica, a mesma tem recebido especial

atenção nas pesquisas em educação, estando presente em diversos estudos. Segundo os autores,

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.

Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; MUENCHEN, 2014, p. 620).

No primeiro momento, questões contextualizadas são trazidas aos alunos, pela problematização dialógica, o que confere sentido e significado à dinâmica do debate desenvolvidos com os alunos (MUENCHEN, 2010; MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014). Na organização do conhecimento, ocorre o compartilhamento de conteúdo e dos conceitos de física e de outras áreas necessárias, tanto para a compreensão da temática como da problematização inicial. O professor, assim, à luz de estratégias de ensino diversificadas, busca tornar mais complexo as concepções prévias dos alunos em direção ao conhecimento científico (MUENCHEN, 2010). Na última etapa, segundo Muenchen (2010, p. 113) revisita-se os questionamentos iniciais e, concomitantemente, elucida-os e promove-se “a proposição de novas questões que possam ser respondidas pela mesma conceituação científica abordada no segundo momento.”

De modo geral, a estratégia dos 3MP propõe uma dinâmica em que o conhecimento está em movimento e se aproxima do educando, tornando o aprendizado mais acessível. Tal concepção ressignifica o papel do professor, que deixa de assumir a postura de detentor do conhecimento e passa a ser o mediador desse processo de construção (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

A presente pesquisa, ao utilizar em pequenas unidades de ensino ou sub-blocos temáticos circunscritos na temática de relevância social, converge para o entendimento da ampliação dos 3MP.

Ao longo dos anos, os 3MP foram sendo revistos e extrapolaram sua utilização inicial, tornando-se um parâmetro para o processo como um todo, fundamentalmente pelo aspecto dinâmico. Assim, pode-se, hoje, destacar mais uma utilização não conjecturada inicialmente, que é a elaboração de material didático para cursos de graduação à distância (livro do aluno) e a utilização como estruturadores/organizadores das discussões em eventos, além da proposição e publicação dos livros 'Física' e 'Metodologia do ensino de ciências'. Diante dessa análise, percebe-se que a participação do estudante e o seu cotidiano assumem um papel de destaque na prática educativa que utiliza os 3MP, proporcionando, à educação, um avanço no que se refere ao ensino tradicional. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 633).

Como apresentado inicialmente, a SD foi aplicada na disciplina de Física II, do 5.º Semestre do curso de Licenciatura em Química do IFAC, Campus Xapuri. Tal procedimento ocorreu durante o 2.º semestre de 2020, em formato de Ensino Emergencial Remoto — ERE, em virtude da pandemia da COVID-19. O processo de investigação foi organizado ao longo de sete encontros, computando 6 aulas de 50 minutos por junção. Ademais, é importante ressaltar que a SD foi desenvolvida no componente do núcleo geral da matriz curricular como uma prática inovadora, dado que, conforme demonstrou a revisão de literatura, a educação CTS aparece somente no núcleo Didático-Pedagógico.

Dada a importância da questão da alfabetização científica no âmbito da educação científica, buscou-se, no decorrer da elaboração do modelo didático, orientar o processo de ensino mediante a adoção dos eixos estruturantes e dos indicadores de AC, conforme concebidos por Sasseron e Carvalho (2008). Nesse viés, foram elencadas diferentes categorias de análise, as quais pretenderam orientar o ensino e identificar se estava acontecendo a promoção da ACT.

Outrossim, é importante destacar que tais categorias se constituem num referencial de apoio ao ensino de ciências, na medida em que favorecem tanto o planejamento como o desenvolvimento e a avaliação da sua proposta de educação científica, com vistas à promoção da alfabetização científica e tecnológica (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Com esse olhar, buscou-se estimular nos futuros professores de ciências as experiências curriculares de educação CTS, entrelaçadas aos eixos estruturantes da ACT, por uma disciplina do núcleo geral do curso, e não do núcleo de didática/pedagógica, como tem sido a proposta majoritária de inserção de educação CTS nas licenciaturas.

Segue abaixo no QUADRO 18, uma síntese da organização do modelo didático com o planejamento da sequência didática, dos objetivos, dos conteúdos (Física e CTS) e das etapas da abordagem metodológica dos 3MP, as quais orientavam o desenvolvimento das práticas.

QUADRO 18 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA: O MODELO DIDÁTICO

Aula	Objetivo	Conteúdo	Abordagem 3MP	continua
1	UHE – PCH Identificar e relacionar as transformações de energia que acontecem numa	Energia transformações conservação.	1M: Leitura e discussão de fragmentos de jornal sobre apagão no Acre e interrupções de energia elétrica. Por que acontece?	
	Calcular o coeficiente de eficiência de uma.	Potência, Rendimento e Vazão.	2M: Sistema de geração de eletricidade numa UHE/PCH e as transformações de energia bem como os impactos socioambientais.	
	Identificar e discutir os impactos socioambientais.	Eficiência e impacto socioambiental.	3M: Pesquisa em grupo sobre o complexo de UHE do rio Madeira (RO): especificações técnicas, localização, impactos socioambientais.	
2	Matriz Elétrica - ME Identificar e discutir a composição.	Matriz Energética	1M: Discussão sobre complexo UHE (RO), contrastando, destacando os aspectos técnicos, econômicos e impactos socioambientais.	
	Relacionar os principais impactos socioambientais de UHE na região norte.	UHE e impactos socioambientais	2M: Mapear a matriz energética do Brasil evidenciando a oferta de energia elétrica na região norte em especial no Acre (tipos de usinas).	
	Analisar questões de controvérsia sócio científicas e assumir posição.	Eficiência Energética	3M: Construção de um painel virtual no Google Doc. com as informações encontradas sobre a matriz energética do Acre (S.I.N e UTE).	
3	Unidade Geradora - UG Princípios físicos do funcionamento de um gerador	Campo Elétrico e Magnético	1M: Discussão do painel virtual e problematização da imagem da Terra vista à noite. Destacando relações CTS.	
	Relacionar a energia elétrica com aspectos socioeconômicos e geopolíticos	Lei de Faraday e Lenz Gerador Elétrico	2M: Eletromagnetismo básico aplicado ao funcionamento de geradores. Relacionar as intervenções de Faraday na Química e na Física	
		Urbanização	3M: Explicar o funcionamento das diversas usinas geradoras de eletricidade, destacando o princípio da indução.	

QUADRO 18 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA: O MODELO DIDÁTICO

Aula	Objetivo	Conteúdo	Abordagem 3MP	continua
4	Sistemas Transmissão/Distribuição			
	Caracterizar os sistemas de transmissão e distribuição de Energia Elétrica	Eletrodinâmica	1M: Discussão da atual matriz energética do Brasil pelo O.N.S via S.I.N. Por que transmitimos energia em UHV? Porque predomina na região norte UTE?	
	Compreender o funcionamento do transformador.	Indução eletromagnética Transformadores (TRAFO) SEP e SEC;	2M: Fundamentos do Sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. Aplicação tecnológica em Transformadores. Linhas de servidão e impactos socioambientais	
	Estabelecer relações CTS nos sistemas de transmissão/distribuição da energia elétrica	Linhas de Transmissão (LT) Linhas de Servidão e (LSV) Impactos socioambientais	3M: Demonstração da necessidade de elevação da tensão nas linhas de transmissão “UHV”. Sistematização das principais causas de interrupção no sistema elétrico de acordo com O.N.S.	
5	Unidade de Consumo – UC			
	Analisar o consumo de energia elétrica em sua residência.	Eletrodinâmica	1M: Vincular a eletricidade a partir do cotidiano do aluno. Conta de energia elétrica está correta? O hospital do município tem gerador próprio?	
	Compreender a composição do sistema Tarifário no Brasil	Redes elétricas	2M: Sistematizar dados com relação: as especificações técnicas de redes elétricas e aparelhos eletrônicos e a composição da tarifa elétrica	
		Sistema Tarifário Cidadania participativa	3M: Cálculo da energia elétrica residencial com o valor cobrado pela concessionária de energia. Diferenças encontradas? Justifique.	

QUADRO 18 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA: O MODELO DIDÁTICO

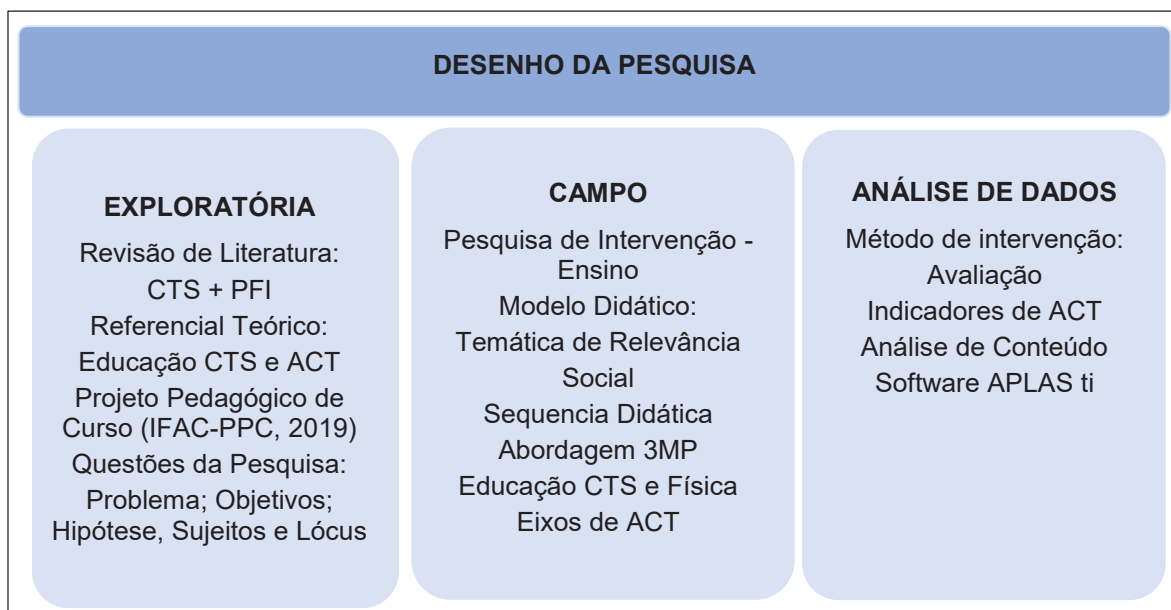
Aula	Objetivo	Conteúdo	Abordagem 3MP	conclusão
6	Modelos Alternativos			
	UG-Fotovoltaica	Eletrodinâmica		
	Compreender os sistemas elétricos de geração fotovoltaica.	Efeito fotoelétrico	1M: Discussão sobre fontes renováveis de energia. A energia elétrica por geração fotovoltaica no mundo. Qual a demanda de energia no município? Hospital tem gerador próprio? Qual autonomia?	
	Avaliar impactos socioeconômicos e ambientais no município de Xapuri com a utilização de energia fotovoltaica.	Célula Fotoelétrica	2M: Sistematizar dados com relação ao fenômeno do efeito fotoelétrico. Constituição e funcionamento de uma fotocélula e suas aplicações tecnológicas. Constituição, semelhanças e diferenças dos principais sistemas de geração fotovoltaica residencial.	
7		Sistema Fotovoltaico residencial	3M: Discutir as vantagens e desvantagens de sistemas fotovoltaicos na região norte. Discussão conceitual do efeito fotoelétrico contrastando a física clássica e o modelo de quantização d energia.	
		Impactos socioeconômicos e ambientais		
	Participação Social			
	Desenvolver a tomada de decisões.	Cidadania participativa	1M: Discussão sobre a importância do acesso à energia elétrica. Discussão sobre o blecaute no estado do Amapá. 2M: Sistematização dos problemas de energia elétrica no município de Xapuri. Formas de encaminhamento. 3M: <i>Hands on.</i>	

FONTE: O autor (2022)

O Material didático que deu suporte as atividades de SD no ambiente ERE, está disponível no APÊNDICE 7.

Por fim, tal concepção de investigação, aportada na compreensão de Minayo, Deslandes e Gomes (2011), encontra-se estruturada no QUADRO 19, a seguir.

QUADRO 19 - DESENHO DA PESQUISA



FONTE: O autor (2022).

4.1.3 Pesquisa de Intervenção Pedagógica: Terceira Fase

Considere-se a questão dirigida aos PFI: porque o município de Xapuri-AC sofre com tantas interrupções no fornecimento de energia elétrica?

Para responder essa pergunta, empreenderam-se esforços na construção de um modelo didático, que culminou num pensamento de cunho social, estruturado em pequenas unidades de ensino, que, ao transitar pelo Sistema elétrico brasileiro, deu origem a Sequências Didáticas associadas aos sistemas de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica. No que lhe concerne, os conhecimentos científicos e tecnológicos foram mobilizados em meio aos fatores sociais, políticos, econômicos e ambientais. Nessa perspectiva de investigação, foi instado aos alunos o desenvolvimento de competências como a busca de informações, a reflexão, a pesquisa, a formulação de hipóteses, o raciocínio lógico, a tomada de decisão, a comunicação e outras habilidades.

A temática de relevância social que tratou do problema referente à precariedade no serviço de abastecimento da energia elétrica no município de Xapuri gerou questões que estruturaram as aulas da SD, em conformidade com os pressupostos da educação CTS e de eixos estruturantes da ACT referenciados em Sasseron e Carvalho (2008).

Com o intuito de avaliar a pesquisa de intervenção pedagógica realizada na SD, recorri aos grupos de indicadores de AC, também referenciados em Sasseron e Carvalho (2008, p. 338), na concepção de que “Os *indicadores* têm a função de nos mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos.”

Nessa perspectiva, buscou-se nos indicadores de AC, um elemento de análise no desenvolvimento do percurso dos PFI.

4.1.3.1 A contextualização dos instrumentos de pesquisa

Com o intuito de informar os alunos sobre os objetivos da pesquisa e a possibilidade de participarem desse processo, foi elaborado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido — TCLE, encontrado no APÊNDICE 2.

Ao considerar a natureza qualitativa e interpretativa da pesquisa, foram selecionados para a constituição de dados as informações obtidas por instrumentos específicos, os quais eram: questionários, produções textuais e infográficos. Dentre esses, o principal instrumento de coleta de dados na pesquisa de intervenção pedagógica foi o questionário, compreendido por Gil (2010, p. 114), como “[...] um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado.”

Inicialmente, antes de começar a SD, foi aplicado um questionário para sondar as concepções prévias dos estudantes em relação aos eixos estruturantes das relações CTS e acerca do conhecimento científico da física, ambos devidamente contextualizados na temática. Reporto-me, aqui, à compreensão de que o conhecimento das ideias prévias dos estudantes contribuiu significativamente no planejamento das estratégias de ensino.

Os registros do conjunto de questões atinentes aos conhecimentos prévios de física constaram no Questionário Inicial da SD de Ideias Prévias de Física — QISDIPF. Já os registros dos alunos sobre relações CTS, constaram a partir do Questionário Inicial da SD de Relações CTS — QISDRCTS. Ambos disponíveis no APÊNDICE 3.

Durante o desenvolvimento das aulas, seguiu-se uma estrutura com questionários e atividades nos distintos momentos pedagógicos. Então, a nomenclatura obedeceu ao seguinte código para o Questionário — QDSD**XYMZ**, e para as Atividades — ADSD**XYMZ**, onde **X** representa a aula da SD (1 a 7) e **Y** retrata o número do Momento Pedagógico (1, 2 ou 3), e por último, **Z** representa o número do questionário ou a atividade no referido momento (APÊNDICE 3).

Ao término das atividades previstas na proposta didática, foram aplicados aos alunos atividades que subsidiaram a análise da avaliação do processo interventivo: (i) Infográfico (Individual); (ii) Produção textual (Individual); (iii) e-mail à prefeitura (cooperativa); e-mail à Energisa (cooperativa)

O primeiro conjunto de atividades individuais (AISDPTX) corresponde a produção textual e a construção de um infográfico (AFISDINF), disponíveis no APÊNDICE 4. Essas atividades tiveram a intencionalidade de avaliar o potencial avanço dos alunos em relação à temática de relevância social, através da educação CTS e articuladas com os eixos estruturantes de ACT. O segundo conjunto de atividades colaborativas (AFCSDE01-02) tratou de uma produção textual coletiva e visava avaliar a capacidade de trabalho em grupo e de tomada de decisão (APÊNDICE 5). Por fim, os alunos responderam ao questionário final com questões abertas, em que se buscou captar as impressões deles sobre: o desenvolvimento da proposta didática, das relações CTS e da natureza da ciência (APÊNDICE 6).

Todas as atividades produzidas em sala de aula virtual foram utilizadas para acompanhar o processo de aprendizagem dos alunos e analisadas para a composição parcial da nota bimestral desta disciplina. Essas atividades foram discutidas com os estudantes e recolhidas com os questionários propostos para compor a outra parte da nota bimestral, tornando-se fonte de dados para a análise da pesquisa.

A seguir, apresento a análise dos dados da pesquisa qualitativa pela metodologia de Análise do Conteúdo (BARDIN, 2016). Nessa perspectiva, utilizo o *software ATLAS.ti* para desenvolver a técnica de codificação dedutiva com categorias, códigos e subcódigos, os quais pretendem capturar o significado de um conjunto de unidades de registros selecionados que constituem os dados da pesquisa.

5. ANÁLISE DE DADOS

A presente pesquisa centrou-se na organização teórico-metodológico de uma proposta curricular implementada na disciplina de Física II, do curso de Licenciatura do IFAC-Campus Xapuri. Objetivava-se que os PFI experimentassem a educação CTS numa disciplina do núcleo geral, com vistas a avaliar no processo formativo as potencialidades e obstáculos na implementação e no desenvolvimento de tal proposta. Nesse contexto, inúmeros desafios foram colocados, perpassando desde a organização dos sistemas de ensino, o currículo, a formação docente, os propósitos da educação, a concepção de cidadania, de sociedade e até de democracia.

Luján López e López Cerezo (1996) *apud* Santos (2012) caracterizam uma proposta curricular de CTS como correspondendo a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, levando então, a uma integração de conteúdos científicos, tecnológicos e socioculturais. Um processo dialético, pautado pela discussão de seus aspectos epistemológicos, históricos, éticos, políticos e socioeconômicos. Não obstante, sobre esses desafios no âmbito de uma educação CTS, Auler (2017) ao se referir às pesquisas inéditas alude ao:

Desafio que exige o diálogo entre o silenciado e campos disciplinares já constituídos. Desafio maior porque vivemos numa sociedade que não preza pelo diálogo, pela cooperação, mas pelo individualismo, pela competição. Outros valores terão de ser exercitados. (AULER, 2017, p. 136).

Há consenso entre os autores adeptos da CTS da necessidade de cidadania participativa, visando a inclusão do cidadão na tomada de decisões nas sociedades democráticas. Contudo, isso exige que o sujeito possua uma certa ACT, entendida na perspectiva de Santos (2012, p. 58) como a “intersecção de propósitos entre o ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação no sentido de participação na sociedade.”

A materialização de uma proposta de educação CTS, construída e desenvolvida num curso de formação inicial de professores de ciências, fora do campo das disciplinas relacionadas à didática constitui um desafio que interessa tanto à didática em ciências como ao campo de estudos CTS.

Para avaliar a aprendizagens, obstáculos e potencialidades, estabeleci a construção dos dados ao longo do processo, em especial nos seguintes momentos:

(i) questionário Inicial da SD, para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos acerca da temática, das relações CTS e do campo conceitual da Física; (ii) questionário final da SD, focando nas relações CTS e no conhecimento científico; (iii) análise do infográfico; (iv) análise das atividades coletivas ao final da sequência didática.

Os questionários e transcrições das aulas foram submetidos à metodologia da Análise de Conteúdo, definida como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens. (BARDIN, 2016, p. 48).

A aplicação da Análise de conteúdo permitiu buscar, analisar e compreender as características, estruturas ou modelos de representação que estão por trás dos fragmentos de mensagens produzidos pelos sujeitos durante a pesquisa de intervenção pedagógica. Tal técnica, conforme preconizada por Bardin (2016), prevê três fases primordiais, sendo elas: a pré-análise; a abordagem do material; e a análise interpretativa dos resultados.

Para ajudar na tarefa de codificação, identificação de unidades de registros, bem como sistematização de redes foi utilizado o *software ATLAS.ti*. A escolha se deu pela interface bastante intuitiva e compatível com *Windows*, o programa foi criado e desenvolvido na Alemanha a partir de um projeto de pesquisa da Universidade de Berlim. Em 1983, foi lançada a primeira versão comercial. Em seu *website* está descrito seu conceito e propósito

ATLAS.ti é um software poderoso para a análise qualitativa de grandes corpos de dados textuais, gráficos, áudio e vídeo. O ATLAS.ti possui ferramentas sofisticadas que ajudam você a organizar, remontar e gerir o seu material de forma criativa, mas sistemática. Ele também mantém você focado no próprio material. (<https://atlasti.com/>, 2022).

Na sequência explicitarei os sujeitos da pesquisa e posteriormente o questionário Inicial — SDQI e acerca dos demais instrumentos e suas respectivas análises.

5.1 SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi planejada para abarcar, a priori, todos os alunos da turma do 5.º período do curso de Licenciatura em Química do IFAC-Campus Xapuri. A turma foi aberta em 2018 com 32 alunos, entretanto, no primeiro semestre de 2020, no dia 17 de março de 2020, as aulas foram suspensas, em função do avanço da COVID-19, restando somente 17 alunos matriculados.

Em 16/06/2020, o MEC publicou a Portaria n.º 544, a qual autorizou a substituição das disciplinas presenciais em cursos regularmente autorizados, por atividades letivas que utilizassem recursos educacionais digitais, tecnologias de informação e comunicação ou outros meios convencionais até o final de 2020.

Tal situação trouxe a necessidade de utilizar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) e, nesse sentido, o IFAC proveu formação continuada aos docentes. Assim, busquei adaptar a sequência didática à nova realidade na forma de roteiros de estudo adequados ao ambiente virtual. Desta forma, quando as aulas retornaram em 20/09/2020, no formato de Ensino Remoto Emergencial — ERE, somente 11 apareceram, e desses, somente 5 conseguiram acompanhar regularmente as aulas/atividades. Estes cinco alunos constituem os sujeitos da pesquisa, sob código PFI1-5, com ingresso no ano de 2018, cujo perfil está caracterizado no QUADRO 20, a seguir.

QUADRO 20 - CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA

Sujeitos	Idade	Sexo	Estado Civil	Natural	Escola E. Médio	Exercerá a docência?
PFI1	21	F	Casada	Brasiléia	Xapuri - Z.R.M ²⁶	Sim
PFI2	19	F	Solteira	Xapuri	Xapuri - Z.U.M ²⁷	Sim
PFI3	32	F	Casada	Xapuri	Brasiléia - Z.U.M	Sim
PFI4	20	F	Solteira	Xapuri	Xapuri - Z.U.M	Sim
PFI5	20	F	Solteira	Rio Branco	Xapuri - Z.R.M	Sim

FONTE: autor (2022).

²⁶ ZRM - Zona Rural do Município

²⁷ ZUM - Zona Urbana do Município

5.2 AVALIAÇÃO DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL – E.R.E

Em setembro de 2020, o Instituto Federal do Acre — IFAC — adotou o modelo de Ensino Remoto Emergencial — ERE como uma mudança curricular temporária e alternativa no contexto da Pandemia de COVID-19, a qual possibilitou manter, nas circunstâncias possíveis, as atividades de ensino mediadas ou não por tecnologias (HODGES *et al.*, 2020). Essa solução, amplamente adotada pelos sistemas de ensino, em todos os níveis, buscou mitigar os efeitos da pandemia no âmbito da escola via manutenção de vínculos afetivos, intelectuais e sociais com a comunidade escolar durante a pandemia. Desta forma, a pesquisa, originalmente pensada para uma proposta de intervenção presencial, junto aos professores em formação inicial, teve de adequar-se às contingências do ERE.

Nessa perspectiva de reformulação da Sequência Didática do presencial para o ERE, fiz a incorporação de diversos recursos digitais, como o *hiperlink*, Laboratório virtual, plataforma *online Mentimeter* e *sites* específicos, utilizados na plataforma digital do Google Sala de Aula.

Observou-se que nesse contexto de TICs, o *software Mentimeter*, uma interface digital, na qual os alunos respondem questões, de forma anônima ou não, adquiriu relevância. Tal programa, além de possuir uma interface bastante intuitiva, pode ser acessado até mesmo de um *smartphone*, possibilitando um *feedback* em tempo real.

O *Mentimeter* oferece diversas opções de atividades interativas como, por exemplo: perguntas de múltipla escolha, nuvens de palavras, perguntas abertas, escalas, ranqueamentos, competições através de um *quiz* ou de um conjunto de perguntas e respostas abertas, todos em formato de slides. Nesse recurso, utilizei a versão *free* do aplicativo, que limita o número de duas questões por slides.

A estratégia de utilização deste aplicativo ao longo da pesquisa mostrou-se bastante exitosa: facilitou a interação aluno-professor; contribuiu para quebrar a barreira da inibição de falas; e favoreceu a sistematização de respostas em tempo real. Dentre seus vários recursos, destacou-se como importante elemento de categorização através do compartilhamento do *brainstorming* (nuvens de palavras).

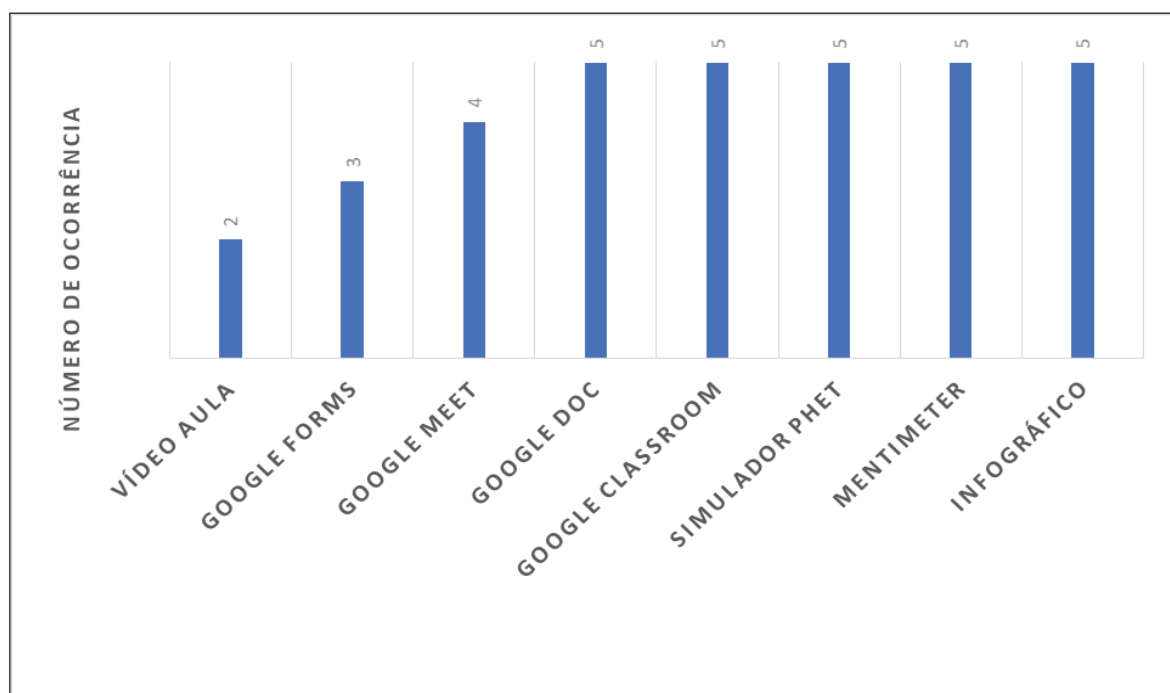
Considerando isso, concordo com Garcia *et al.* (2020, p. 5), quando afirma que: “[...] é reconhecível que o ensino remoto comporta potencialidades e desafios, que envolvem pessoas, tecnologias, *expertise* e infraestrutura.”

De outra parte, a intencionalidade de uma modalidade EaD não se confunde com o caráter do ERE, ainda que ambos utilizem recursos de TICs e plataformas digitais. Nesse sentido, cabe destacar que,

O ensino remoto permite o uso de plataformas já disponíveis e abertas para outros fins, que não sejam estritamente os educacionais, assim como a inserção de ferramentas auxiliares e a introdução de práticas inovadoras. A variabilidade dos recursos e das estratégias bem como das práticas é definida a partir da familiaridade e da habilidade do professor em adotar tais recursos. (GARCIA *et al.*, 2020, p. 5).

Nessa perspectiva, o ERE contribuiu para mitigar os efeitos nocivos do distanciamento social, permitindo a interação e o compartilhamento de conteúdo em plataformas digitais, como o Sistema Integrado de Gestão das Atividades Acadêmicas - SIGAA, o *Google Classroom*, o *Mentimeter*, entre outros. Aulas síncronas foram realizadas via *Hangouts Meet*, e o *Whatsapp* foi utilizado de forma concomitante. Neste percurso do ambiente virtual, por outro lado, diversos obstáculos se fizeram presentes: a falta de conectividade; a qualidade da *internet*; a falta de formação junto aos discentes para utilizarem plataformas e ferramentas digitais, muitos deles tendo contato pela primeira vez, conforme destacado no GRÁFICO 2 abaixo.

GRÁFICO 2 - TICS: UTILIZAÇÃO PIONEIRA PELOS PFI



FONTE: O autor (2022)

Apesar de tentar mitigar os efeitos do isolamento social na educação presencial, a implantação abrupta do ERE se faz acompanhar pelos processos de exclusão social e digital, que se potencializaram mutuamente. Parte do alunado migrou para outros municípios e colônias em busca de trabalho, informal e/ou formal, e não mais retornou.

A exclusão digital foi uma realidade para uma parcela de alunos sem possibilidade de conectividade digital: não tinham acesso aos computadores ou *notebooks*; não dispunham de *Wi-Fi*; ou de acesso à *internet* por dados móveis pré-pago; havia também o uso do aparelho celular compartilhado pela família. Tudo isso em meio a precária estrutura da *internet* no município de Xapuri-AC.

Representativo da dificuldade de conectividade, apresento na FIGURA 4, consta o *feedback* da Aula 2, dado pelas PFI, quanto aos aspectos negativos da aula.

FIGURA 4 - AULA 2: OBSTÁCULOS



FONTE: O autor com a utilização do *Mentimeter* (2022).

Uma visão ampliada desse problema consta da análise final da SD, quando os PFI ao avaliarem o ERE, assim se manifestaram acerca da seguinte questão: quais foram os principais obstáculos às aulas/atividades desenvolvidas no ERE?

QUADRO 21 - ERE: O OBSTÁCULO DA CONECTIVIDADE

Análise dos PFI sobre a conectividade no ERE	
PFI1	<i>Pra mim foi o distanciamento social com a falta de diálogo entre o professor e os alunos e a internet ruim. Assunto difícil de falar</i>
PFI2	<i>Primeiramente foi a questão da internet e logo em seguida foi o meio pelo qual os alunos assistia as aulas, no celular é muito difícil editar e enviar os trabalhos</i>
PFI3	<i>Em algumas ocasiões as falhas na rede de internet</i>
PFI4	<i>Internet ruim</i>
PFI5	<i>A conexão ruim.</i>

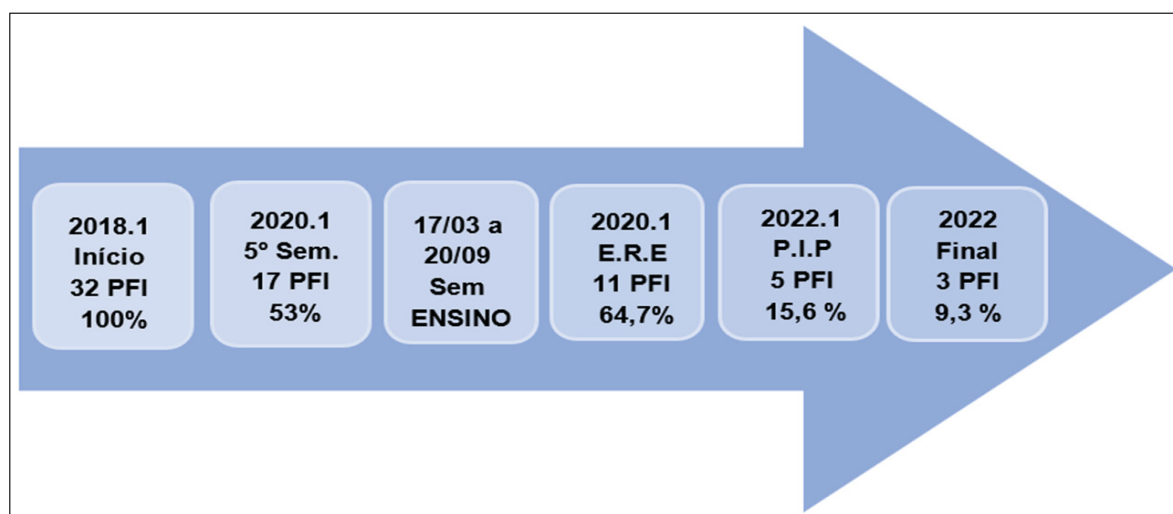
FONTE: autor (2022).

O IFAC buscou alternativas para os discentes, via aquisição e distribuição de “chips pré-pagos” com pacotes de dados móveis para celular e até mesmo de empréstimos de *Chromebooks*. Contudo, tal política institucional chegou tardiamente e não supriu as necessidades, ficando como única opção a retirada de material impresso no campus, por agendamento.

No âmbito da escola, as exclusões digitais e sociais reforçaram-se mutuamente numa aliança que favoreceu o abandono de disciplinas e a evasão escolar, apesar de constar no Marco Civil da Internet (Lei nº 12.965/2014), a obrigação do Estado na promoção “do direito de acesso à *internet* a todos”.

Desta forma, a previsão de colação de grau em julho de 2020 conta com três alunos (no momento). Essa trajetória de evasão, como demonstra a linha do tempo abaixo, não se restringe ao período do ERE.

QUADRO 22 - TURMA 2018: O PERCURSO DO APAGAMENTO



FONTE: O autor (2022).

Desta perspectiva, durante a pandemia, faltou a promoção de políticas públicas de inclusão digital socialmente referenciadas, mas que também se percebe a necessidade de acompanhamento no fenômeno da evasão ao longo do curso. Com isso, a principal voz dessa turma tem sido um retumbante silêncio.

5.3 ANÁLISE DAS IDEIAS PRÉVIAS DE FÍSICA

A revisão de literatura aponta que nas licenciaturas de ciências a perspectiva de inserção curricular CTS ocorre majoritariamente nas disciplinas de didáticas e estágio. Entretanto, se temos convicção enquanto formadores de professores da importância de tal orientação de educação científica, porque não a desenvolver em outras partes do currículo? Desse ponto de vista, foi oportunizado que os PFI tivessem uma experiência com a educação CTS na disciplina de Física II, componente curricular do núcleo básico.

Por meio do questionário semiestruturado (APÊNDICE 3), buscou-se capturar a fundamentação conceitual trazida pelos estudantes na última disciplina de física clássica, versando tópicos da física clássica sobre eletrostática, eletromagnetismo e eletrodinâmica. Os resultados constam na FIGURA 5, abaixo.

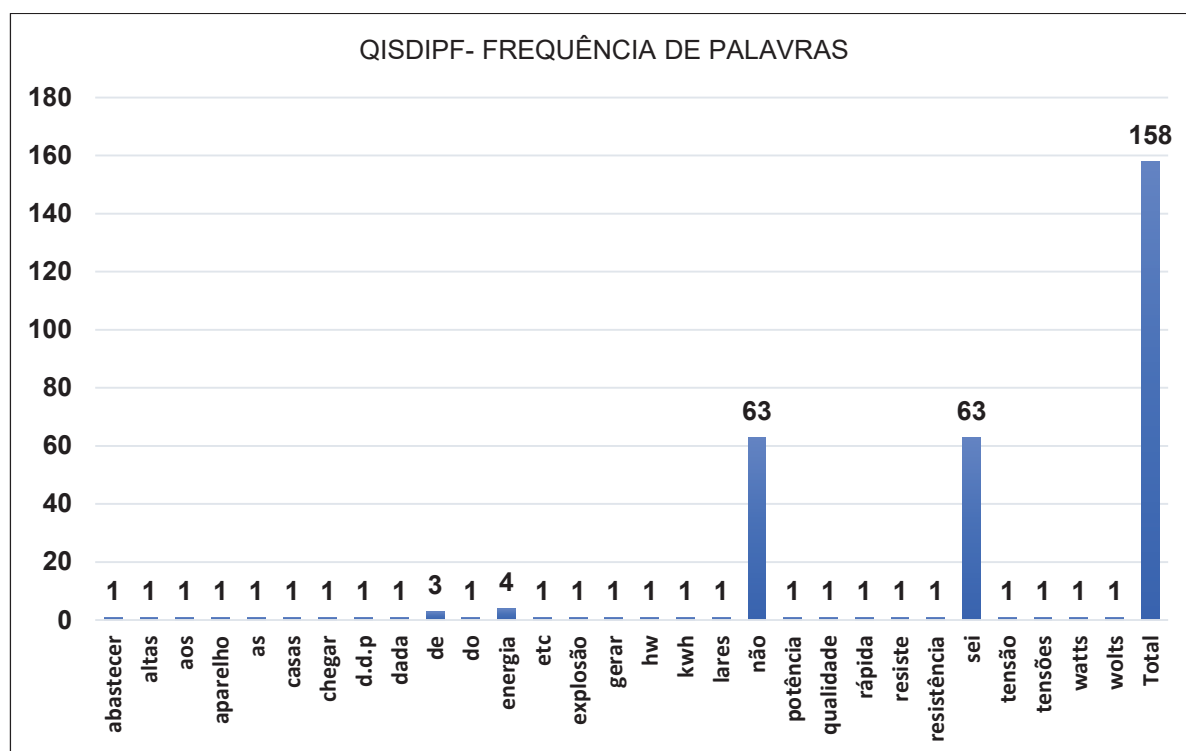
FIGURA 5 - QUESTIONÁRIO DE IDEIAS PRÉVIAS DE FÍSICA



FONTE: O autor (2022).

Organizando as respostas dos PFI, pelo recurso de frequência de palavras do *software ATLAS.ti*, obtive o GRÁFICO 3.

GRÁFICO 3 - IDEIAS PRÉVIAS DE FÍSICA: FREQUÊNCIA DE PALAVRAS



FONTE: O autor com a utilização do *ATLAS.ti* (2022).

Os resultados acima convergem para a análise de Moreira (2018) quanto aos efeitos de um ensino de Física de abordagem tradicional e propedêutica, que privilegia muitas vezes a testagem em larga escala. Como afirma Moreira,

Professores que não ensinam para a testagem têm a atenção chamada pela direção da escola. Na Física, os alunos sofrem esse ensino para a testagem, passam nos testes, mas chegam à universidade como se não tivessem estudado Física no Ensino Médio. O mesmo ocorre com outras disciplinas. O ensino para a testagem não é ensino, é só treinamento para respostas de curto prazo. (MOREIRA, 2018, p. 75).

Como respostas a testes de avaliações, provas e exames sem significado para o aluno, podemos facilmente interpretar a caótica dinâmica do ensino de física, alicerçado em modelos transmissivos e raramente contextualizados, com foco tão somente em conteúdos numa abordagem conceitual.

A análise dessa sondagem inicial em conceitos de física destaca a necessidade de mudanças no ensino de ciências, quando observamos que na educação Básica, em concordância com Pozo e Crespo (2009, p 15), “[...] a maioria dos alunos não aprende a ciência que lhes é ensinada”.

Nesse sentido, Moreira (2018), ao se debruçar sobre a situação caótica do ensino de física no Brasil, destaca vários elementos no desafio do ensino de física, alguns dos quais convergem com os pressupostos da educação CTS:

Abandono do ensino tradicional, centrado no professor “dando matéria” [...] Não aceitar passivamente o ensino para a testagem. Física é muito mais do que fórmulas e respostas corretas. Ensino para a testagem é treinamento, é comportamentalismo, aquele em que o aluno deve dar a “resposta correta”, ou seja, apresentar o comportamento esperado sem entrar na questão do sentido e do significado. (MOREIRA, 2018, p. 78).

Para o autor, o ensino de Física nas licenciaturas e no Ensino Médio, apesar do significativo contraste quanto às condições de trabalho docente e a pesquisa, convergem para os mesmos resultados sofríveis de aprendizagens. Para ele, tal fato se deve a uma concepção mutuamente compartilhada em ambos os níveis de escolarização: “um ensino tradicional, com foco no professor e na memorização de fórmulas a serem aplicadas na resolução de problemas conhecidos.” (*Ibidem*, p. 74).

Mortimer (2000), ao discutir a abordagem conceitual, evidencia que os alunos não abandonam noções prévias pelo simples fato de se defrontarem com o conflito cognitivo, eles simplesmente constroem perfis conceituais, os quais passam a coexistir com os conceitos prévios.

Em face aos resultados que convergem para o fracasso do ensino de Física, o que impede mudanças substanciais no ensino de Física e de Ciências? Para Garrido e Carvalho (1999), um dos principais fatores é a resistência dos professores quanto a novas práticas pedagógicas, a qual têm origem em crenças profundamente arraigadas em suas experiências com a didática. Segundo Garrido e Carvalho,

As ‘concepções alternativas’ que os professores têm sobre ensino e aprendizagem foram interiorizadas de forma acrítica, por impregnação, e sedimentadas ao longo de sua vida escolar (Carvalho, Gil-Pérez; 1993). Como aluno, e bom aluno, ele interiorizou o modelo do professor transmissor e vivenciou o papel de aluno, receptor do saber. Interiorizou o modelo de ensino centrado na fala do professor, no poder da transmissão verbal, na repetição e no controle das atividades dos alunos que tendiam a fixar a aprendizagem e a minimizar os erros. (GARRIDO; CARVALHO, 1999, p. 151).

Carvalho e Garriz (1999) citando Posner (1982, p. 223), aludem ao fato de que “As pessoas resistem à mudança a menos que estejam insatisfeitas com seus conceitos”. Portanto, nessa discussão de (re)configuração do currículo de ciências, a formação inicial de professores de ciência é fundamental.

5.4 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DAS RELAÇÕES CTS

A temática de relevância social buscou articular conhecimentos científicos para responder à questão local: por que a energia elétrica no município de Xapuri (AC) sofre tantas interrupções e intermitência? Essa resposta não era óbvia, como supunham as hipóteses iniciais dos PFI, até mesmo para mim! Foi necessário, sobretudo, muita pesquisa que não se esgotou no planejamento da proposta didática, intervindo até mesmo durante o desenvolvimento da SD. Como, por exemplo, a necessidade constante de revisitar o complexo Sistema Interligado Nacional – SIN e o Operador Nacional do Sistema Elétrico — ONS. Nesse percurso, atores científicos-políticos-institucionais tiveram visibilidade em meio a impactos socioambientais e políticas públicas do setor elétrico.

Como ponto de partida, estabeleceu-se um questionário com a intencionalidade de capturar a visão de mundo dos PFI quanto às relações CTS, envolvidos na temática. Esses dados sistematizados e codificados, a partir de unidades de registros, permitiram construir uma rede de relação CTS para cada sujeito da pesquisa. Segue o questionário inicial das relações CTS, conforme proposto na investigação, presente no QUADRO 23.

QUADRO 23 - QUESTIONÁRIO INICIAL: RELAÇÕES CTS

1	Você sabe identificar como funciona a matriz elétrica que abastece o Acre e especificamente o município de Xapuri? Explique.
2	Você sabe estimar se o que você paga na conta de energia elétrica é compatível com o seu consumo de energia elétrica? Explique.
3	Você sabe como é composta a tributação da conta de energia que você paga? Cite alguns itens que a compõem?
4	Você consegue identificar aspectos que contribuem para as interrupções e oscilações na rede elétrica em Xapuri-AC?
5	Cite aspectos que podem caracterizar prejuízos e/ou riscos à população mediante um abastecimento precário de energia elétrica.
6	Considere a seguinte afirmação: “A construção de uma hidrelétrica (UHE) e sua operação estão orientadas exclusivamente para o benefício da população considerando os devidos impactos ao meio ambiente”. Você concorda, discorda ou parcialmente. Justifique
7	Qual é o nome da bacia hidrográfica a qual o estado do Acre faz parte? Caracterize sua estrutura do ponto de vista de potencial hidrelétrico?
8	Quais são os problemas sócio ambientais relacionados às usinas hidrelétricas – UHE.

FONTE: O autor (2022).

Com base no referencial teórico e na proposta da pesquisa, empreendeu-se um processo de codificação dedutiva consubstanciado nas técnicas de análise de

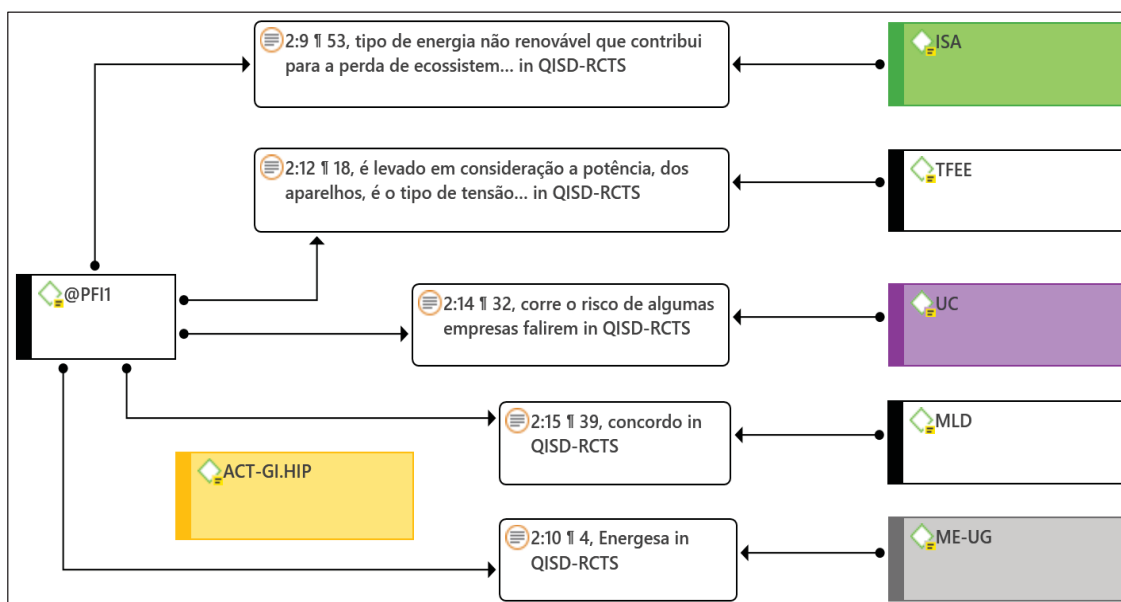
conteúdo. Desta forma, foram gerados códigos capazes de capturar o significado dos dados selecionados, os quais se destinaram a criar um conjunto de unidades de informações relevantes para fins de comparação. Conforme Richard e Morse (2013, p. 167), “Codificação é a estratégia que move os dados de um texto difuso e confuso para ideias organizadas sobre o que está acontecendo.”

Nesse sentido, para o *ATLAS.ti*, os questionários e suas respostas, bem como o infográfico, constituem-se em documentos, sobre os quais recaem as técnicas de codificação dedutiva. Nesses arquivos, textos e imagens selecionados, constituem-se em citações ou unidades de registros, sobre os quais, por constituírem-se em dados relevantes para a pesquisa, submetem-se a categorização via codificação dedutiva.

Na sequência, documentos geraram situações que após codificação puderam constituir redes capazes de dar visibilidade às ideias explicitadas em relação ao referencial teórico. A lista de códigos do *ATLAS.ti* encontra-se na APÊNDICE 8.

A seguir, apresenta-se os mapas de relação construídos no *ATLAS.ti* a partir do questionário inicial referente às concepções de Relações CTS, apresentados pelas PFI antes do desenvolvimento da SD.

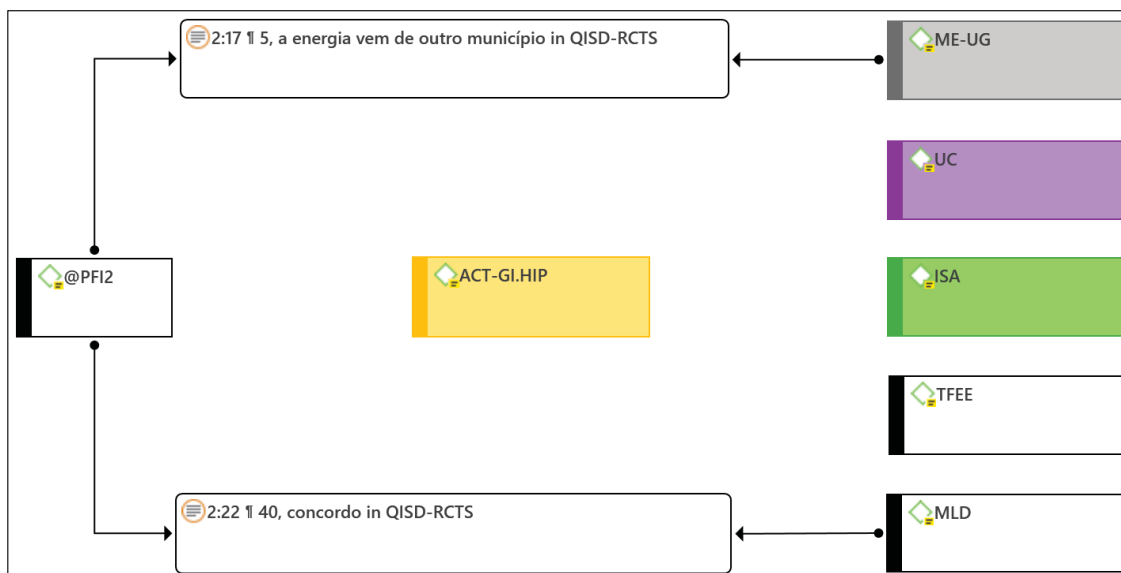
FIGURA 6 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI1



FONTE: O autor com a utilização do *ATLAS.ti* (2022).

A PFI1 destaca a falência das empresas em relação efeitos das interrupções de energia nas Unidades de Consumo. Quanto a composição do sistema elétrico, menciona apenas a empresa de distribuição. A seguir as concepções da PFI2.

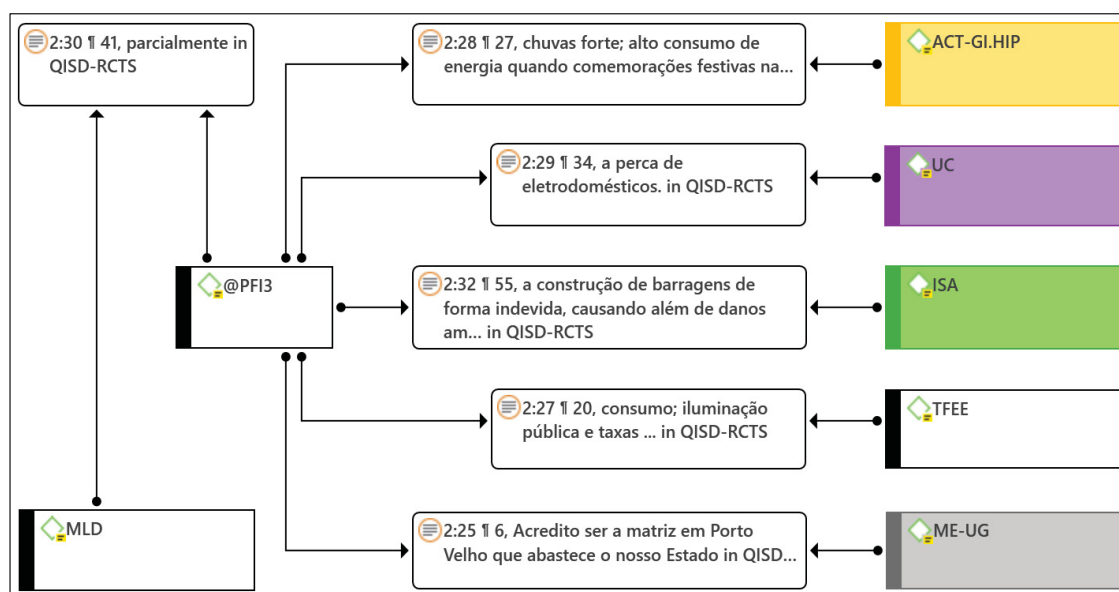
FIGURA 7 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI2



FONTE: O autor com a utilização do *ATLAS.ti* (2022).

A análise inicial de PFI2 mostra uma insuficiência de sentido quanto à temática. A seguir consta a manifestação da temática pela PFI3.

FIGURA 8 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI3

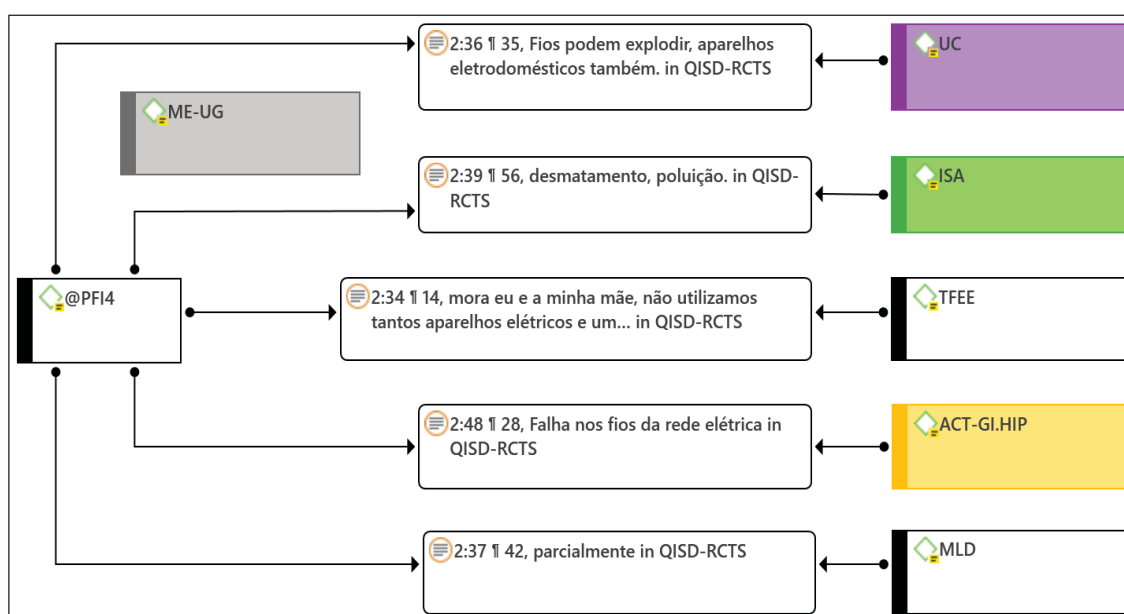


FONTE: O autor com a utilização do *ATLAS.ti* (2022).

A PFI3 manifesta-se de forma sucinta sobre quase todos os itens. Apresenta uma hipótese para o problema da energia elétrica no município de Xapuri-AC, assim como alude ao impacto socioambiental (ISA), quando diz “a construção de barragens de forma indevida, causando além de danos ambientais, riscos à vida”. Para PFI3, cabe à Subestação de Porto Velho (RO) o suprimento de energia elétrica para todo o Acre, ignorando que boa parte dos municípios no estado do Acre é suprido por sistemas isolados de geração de energia por usinas termelétricas. Com relação à tarifa de energia elétrica, aponta para o consumo e reporta-se a iluminação pública.

A seguir destaca-se a visão da temática por PFI4.

FIGURA 9 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI4



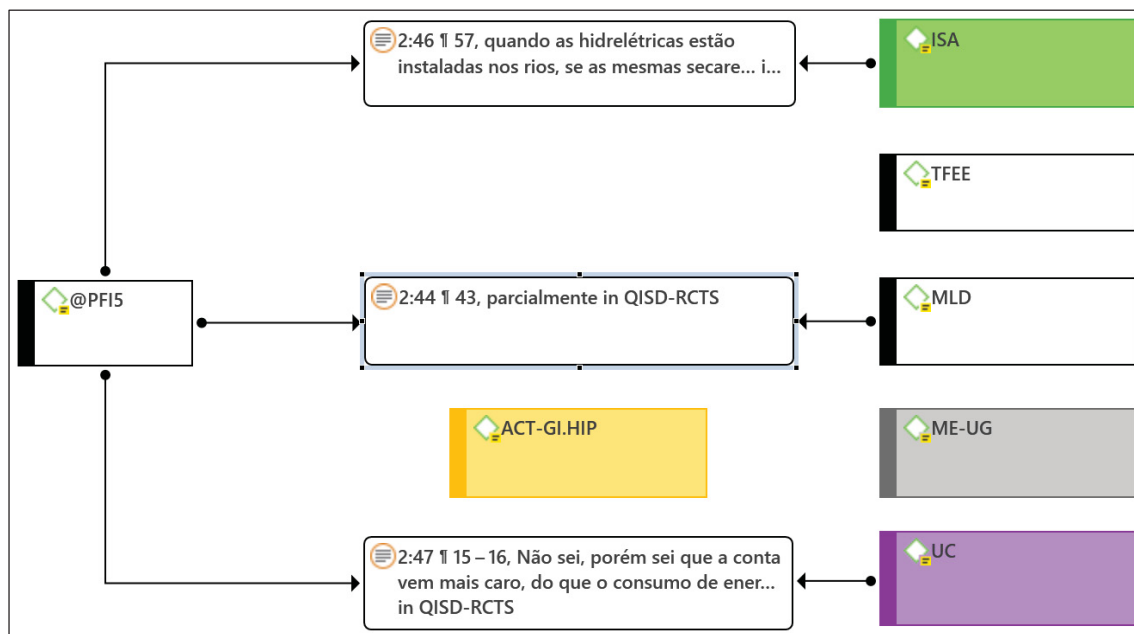
FONTE: O autor com a utilização do *ATLAS.ti* (2022).

PFI4 não menciona aspectos com relação ao sistema elétrico. Também, manifesta-se sucintamente sobre as questões abordadas e apresenta a hipótese de falhas nos fios da rede elétrica para a causa, das interrupções de energia elétrica no município de Xapuri-AC.

No item sobre a tarifa de energia elétrica (TFEE), relata não saber sobre a composição, contudo, também alega não concordar com os valores cobrados. Com respeito ao impacto socioambiental (ISA), refere-se de maneira vaga ao desmatamento e poluição. Sobre a matriz elétrica e acerca da procedência da energia que chega ao município de Xapuri-AC, não conseguiu estabelecer nenhuma conexão.

A seguir, apresento a leitura de mundo da PFI5 com relação às conexões sobre CTS e a temática apresentada.

FIGURA 10 - REDE INICIAL DE RELAÇÕES CTS: PFI5



FONTE: O autor com a utilização do ATLAS.ti (2022).

O PFI5 apresentou uma visão simples das conexões possíveis, respondendo apenas a dois aspectos. Com relação ao aspecto do impacto socioambiental, afirmou que quando as hidrelétricas estão instaladas nos rios, se essas secarem, podem ocasionar alguns problemas de falta de energia. Da mesma maneira se tiver grandes enchentes.

No QUADRO 24, a seguir, percebe-se claramente a dificuldade manifestada pelos sujeitos em oferecer uma hipótese (ACT-GI.HIP) para o problema compartilhado por toda a comunidade.

QUADRO 24 - O PROBLEMA DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Você consegue identificar aspectos que contribuem para as interrupções e oscilações na Rede Elétrica em Xapuri-AC?	
PFI1	Não sei
PFI2	Não sei
PFI3	Chuvas fortes; alto consumo de energia quando comemorações festivas na cidade.
PFI4	Falha nos fios da rede elétrica.
PFI5	Não sei

FONTE: O autor (2022).

Uma síntese das manifestações apresentadas pelas PFI sugere uma visão bastante simples da temática, com a energia elétrica sendo gerada em Rondônia pelas UHE de Jirau, Santo Antônio e Samuel. As alunas apresentaram dificuldade para estabelecer hipóteses sobre a causa do problema da distribuição precária da energia elétrica em Xapuri-AC.

Destaca-se também a pouca fluência em assuntos associados à geografia física com relação à hidrografia da região (Bacia do Acre-Purus e Bacia do Juruá). Também desconhecem a matriz elétrica do estado do Acre, com parte dela incluindo a segunda cidade mais populosa, Cruzeiro do Sul-AC, abastecida por sistema isolado de geração elétrica (termelétrica).

5.5 FATORES DE PERTURBAÇÕES NA REDE BÁSICA - FPRB

O problema da perturbação na Rede Elétrica foi abordado na SD quando foram trabalhados aspectos da transmissão e distribuição da Elétrica Básica. Nesse momento, os PFI foram instados a investigar o Sistema Interligado Nacional — SIN e o Operador Nacional do Sistema — ONS. Ali constava detalhadamente o número de Perturbações na Rede Elétrica Básica, incluindo a descrição por patamar de energia elétrica, por categoria de equipamento, bem como as principais causas de perturbações associadas à rede.

Neste quesito, as alunas demonstraram pouco manejo ao manusear o site, uma das razões foi associada ao uso do celular, visto que os gráficos apareciam de forma reduzida no visor do aparelho. Desta forma, para efeito de didático, selecionou-se os anos de 2017, 2018, 2019 e 2020 para análise de informações, dado que os PFI discutiram essas informações em outubro de 2020.

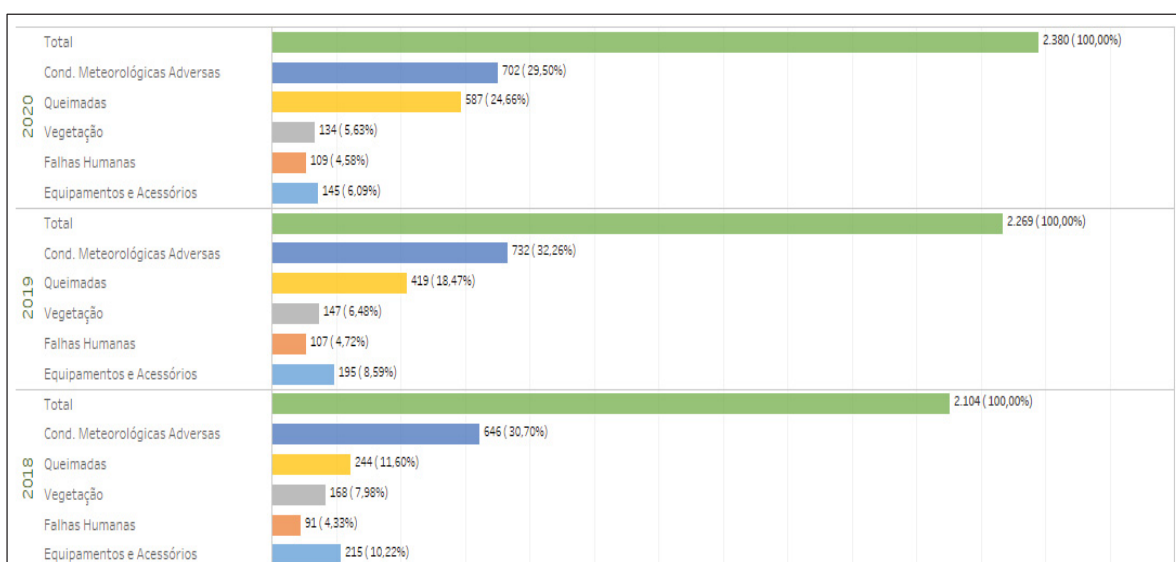
O acesso ao site da ONS permitiu apanhar informações úteis concernentes à temática investigada por indicadores de qualidade do sistema elétrico expostos em dados numéricos e por explicações e gráficos disponibilizados na plataforma. Dessa forma, por exemplo, percebeu-se que:

No ano de 2020, houve um aumento do total de perturbações em relação aos últimos três anos, com destaque para o acréscimo de eventos relacionados a queimadas. O número de perturbações em 2020 foi o maior registrado nos últimos cinco anos. O percentual de perturbações com corte de carga em 2020 apresentou aumento em relação aos quatro últimos anos. (Extraído de <http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/qualidade-do-suprimento-paineis.aspx>).

As Queimadas têm sua maior contribuição como causa de perturbações no 3º trimestre e no início do 4º trimestre do ano, que correspondem ao final do período seco nas regiões Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Pode-se observar que o mês de julho/2020 apresentou o início de incidência dessa causa e, em setembro de 2020 foi o mês de maior incidência de perturbações originadas por queimadas. A partir do mês de outubro, já se observa a redução da incidência desta causa. (ONS, 2022).

O indicador de perturbações em linhas de transmissão da rede básica (ONS), possui diversas situações que concorrem para provocar o desligamento em linhas de transmissão da rede básica, conforme depreende-se do GRÁFICO 4, a seguir.

GRÁFICO 4 - PRINCIPAIS PERTURBAÇÕES NAS LTRB



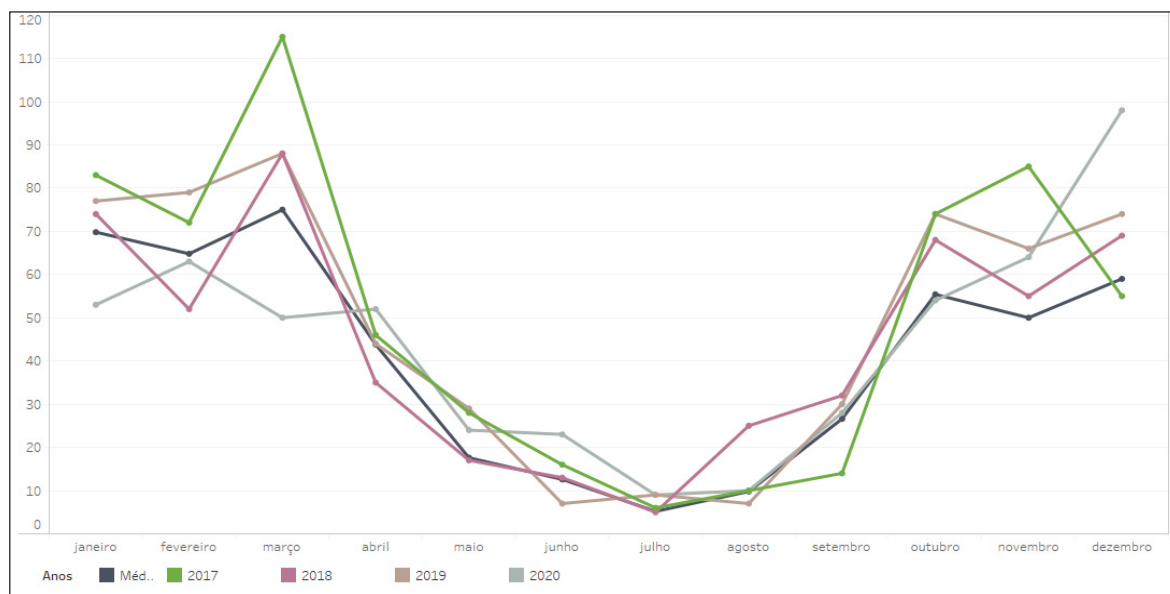
FONTE: ONS (2022)

Depreende-se da análise do gráfico que as principais causas de perturbações elétricas na rede provêm sistematicamente por ordem de frequência dos seguintes fatores: condições meteorológicas adversas; queimadas; e vegetação. Fato descrito no próprio Operador do Sistema Nacional,

‘Condições Meteorológicas Adversas’ (descarga atmosférica, chuva/temporal, vento forte, etc.) são a principal causa de desligamentos de linhas de transmissão, com aproximadamente 30% de participação. Entretanto, em 2020, houve uma redução significativa desta causa em relação aos anos anteriores. Em seguida, o item ‘Queimadas’, com 25,0%, o que representou um aumento em relação aos anos de 2018 e 2019. (Extraído de <http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/qualidade-do-suprimento-paineis.aspx>).

A incidência do fator de sazonalidade referente às descargas atmosféricas consta no GRÁFICO 5, abaixo.

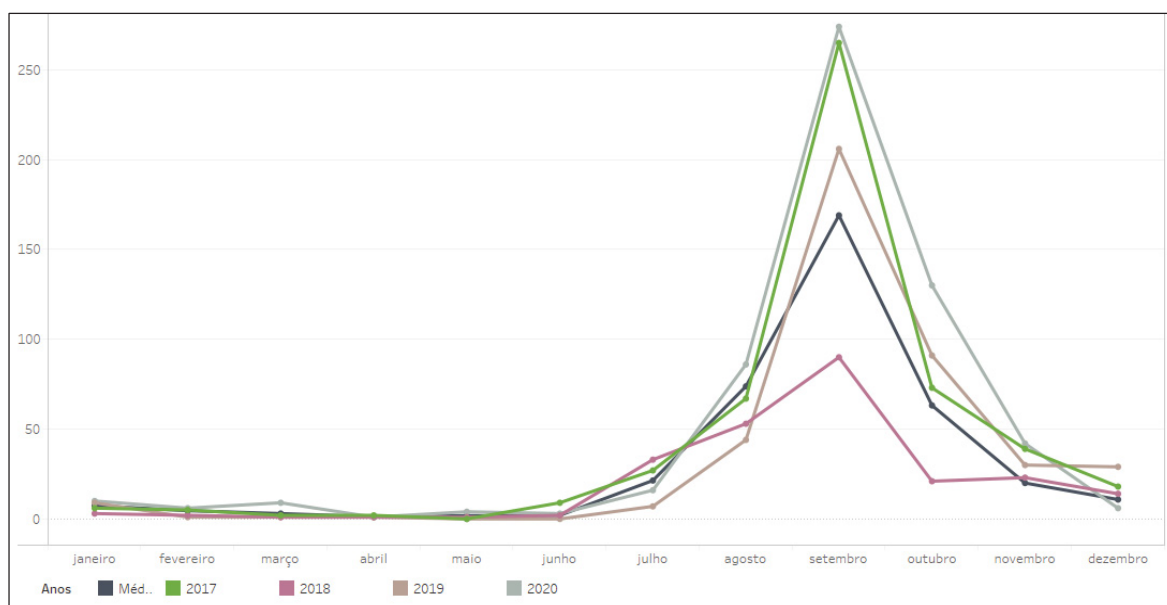
GRÁFICO 5 - PERTURBAÇÕES NA REDE POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS



FONTE: ONS (2022)

A seguir, no GRÁFICO 6, representa o fator de sazonalidade referente às queimadas na região Norte.

GRÁFICO 6 - PERTURBAÇÕES NA REDE POR QUEIMADAS



FONTE: ONS (2022)

A justaposição dos dois gráficos acima permite estabelecer um padrão anual para a frequência de perturbações na Rede Básica, na região norte.

5.6 INFOGRÁFICOS E REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS

No final da SD, solicitou-se que as PFIs elaborassem um infográfico identificando e relacionando aspectos relevantes sobre as interações CTS que envolvessem o problema de geração, de transmissão, de distribuição e de consumo de energia elétrica para o estado do Acre, em especial para o município de Xapuri. Tal técnica consiste, como o nome sugere, em um gráfico de informações, os quais, pela união de textos, imagens e gráficos, podem favorecer a comunicação de informações complexas e detalhadas em formato visual. Nesse sentido, o infográfico deveria conter informações relevantes do percurso investigativo, destacando aspectos técnicos e socioambientais, bem como as possíveis soluções para o problema de abastecimento de energia elétrica no município de Xapuri-AC.

Posteriormente, esse documento foi submetido a técnica de codificação dedutiva no *ATLAS.ti*. Tal técnica consiste em selecionar, em cada infográfico, trechos de textos, pedaços de imagens ou imagens inteiras, associando-os aos códigos extraídos do referencial teórico, vinculado ou não às citações, entendidas como unidades de registro. Na sequência, tanto códigos como citações foram dispostos em redes de relações CTS, compondo um diagrama esquemático das ideias e conceitos, trazidos pelos sujeitos da pesquisa, sempre que possível associando a presença dos indicadores de ACT (CARVALHO, SASSERON, 2008).

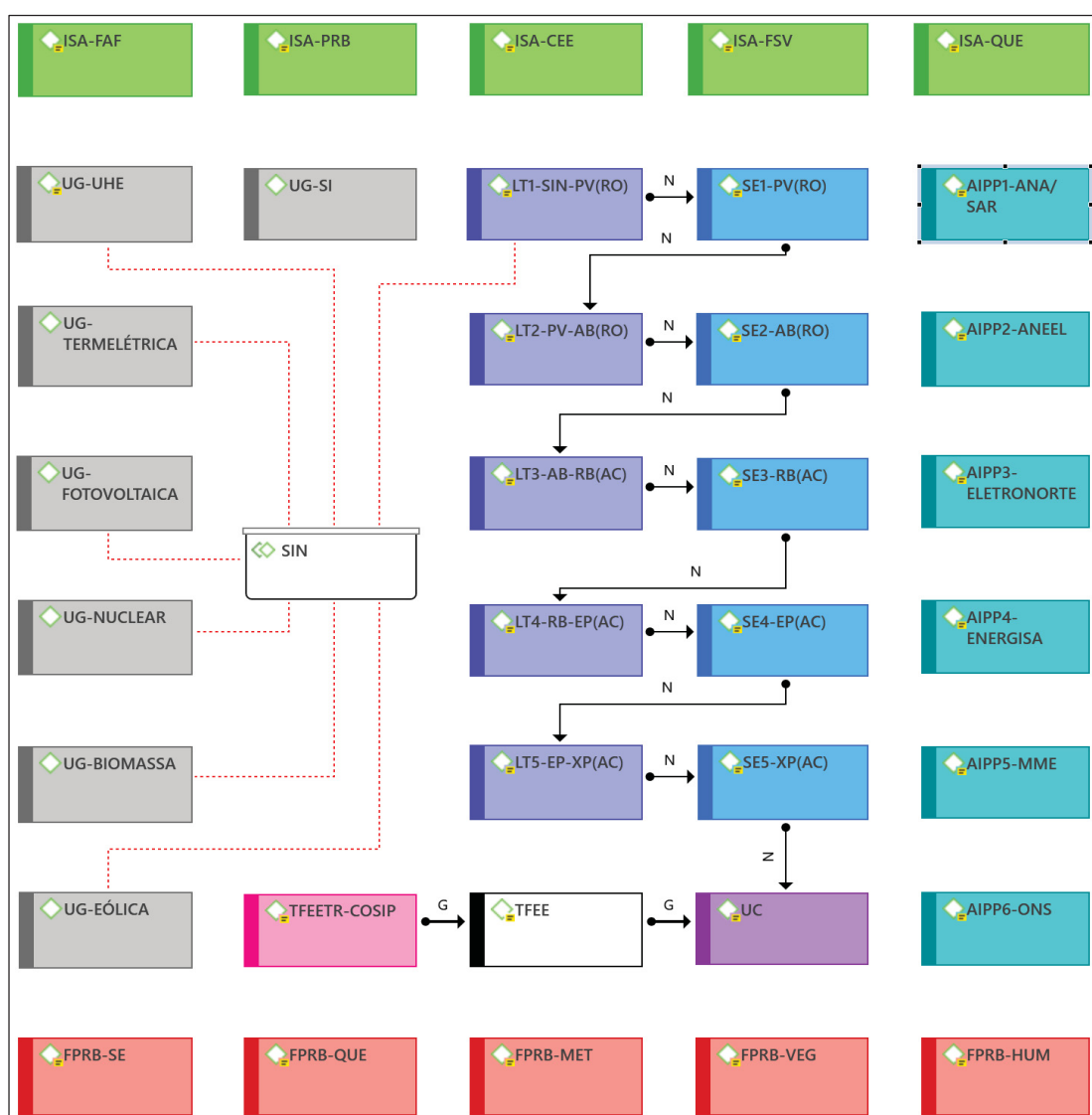
Para auxiliar na compreensão das relações CTS estabelecidas por cada PFI quanto à apropriação da temática de relevância social, recorri à construção de um Modelo de Referência. Este permite associar os códigos que capturam o significado dos dados extraídos do infográfico, organizando-os numa rede de relações CTS, que permite avaliar os diversos níveis de complexidade estabelecidos pelos PFI em relação ao percurso investigativo da SD. Desta forma, materializam-se visualmente conhecimentos que foram significativos para os PFI relativos às Unidades Geradoras (UG) da Matriz Elétrica (ME); ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e sua estrutura física em subestações (SE); e às linhas de transmissão (LT) e distribuição (LD) até chegar ao cidadão, em sua respectiva Unidade de Consumo (UC), no município de Xapuri-AC.

Durante esse processo, avaliou-se também o quanto as PFI foram capazes de relacionar o meio físico e tecnológico aos Impactos Socioambientais (ISA); aos Agentes Interinstitucionais Públicos Privados (AIPP); aos Fatores de Perturbação da

Rede Básica (FPRB); e aos elementos constitutivos da Tarifa de Energia Elétrica (TFEE), como a Contribuição para o Serviço de Iluminação Pública (COSIP).

Por fim, submeteu-se à rede de relações CTS ao grupo de códigos referentes aos indicadores de ACT (ACT-GI), buscando, com isso, identificar a promoção da alfabetização científica e tecnológica, em suas diferentes dimensões quanto à seriação de informações (GI.INF), ao Raciocínio Lógico e Proporcional (GI.RLP) e Hipóteses (GI.HIP). A descrição completa dos códigos encontra-se no APÊNDICE 8.

FIGURA 11 - MODELO DE REFERÊNCIA PARA RELAÇÕES CTS

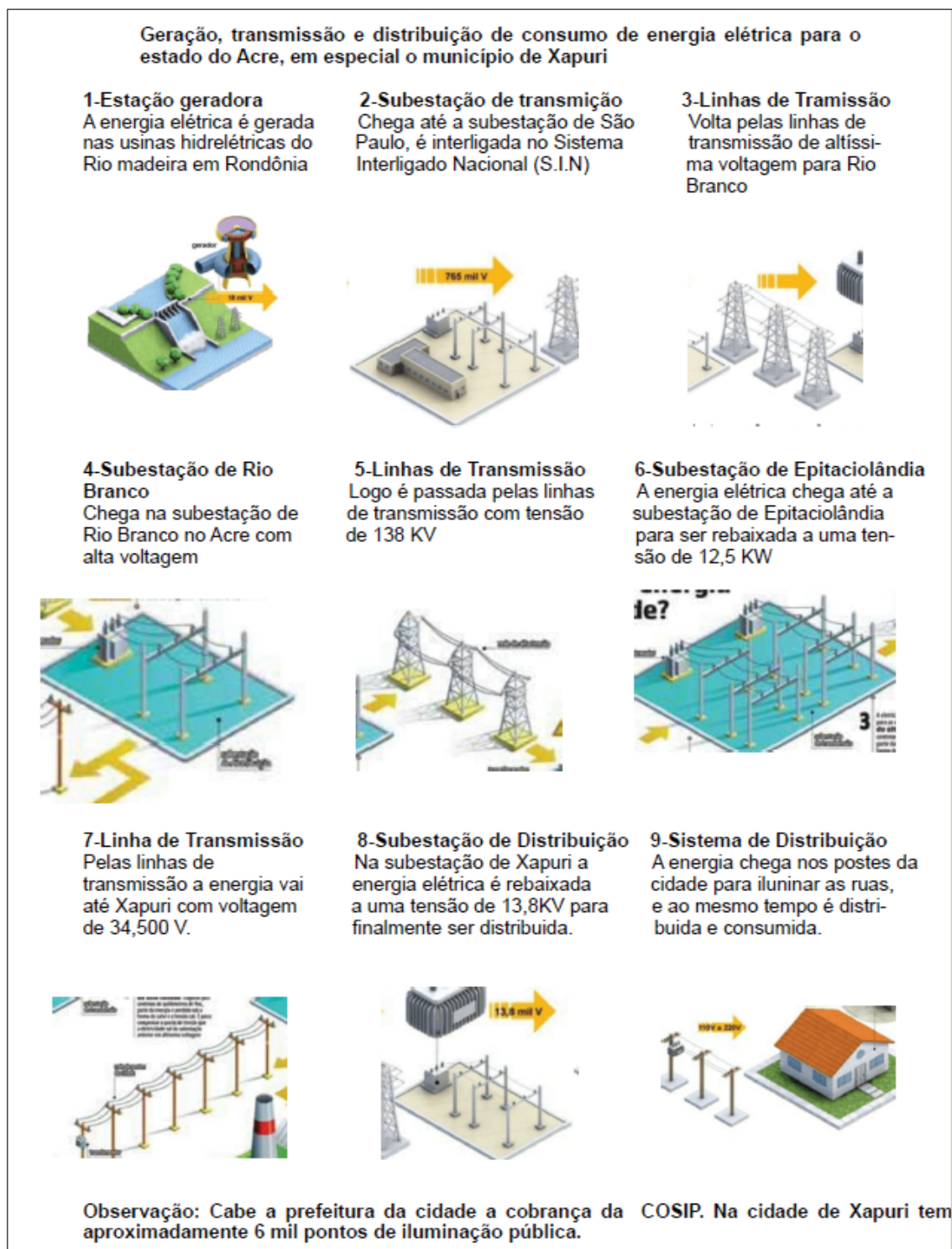


FONTE: O autor com a utilização do *ATLAS.ti* (2022).

A seguir, apresento os infográficos, e na sequência, a respectiva Rede de Relações CTS, obtida pela técnica de categorização Dedutiva para cada PFI.

INFOGRÁFICO manifestado por PFI1, na FIGURA 12:

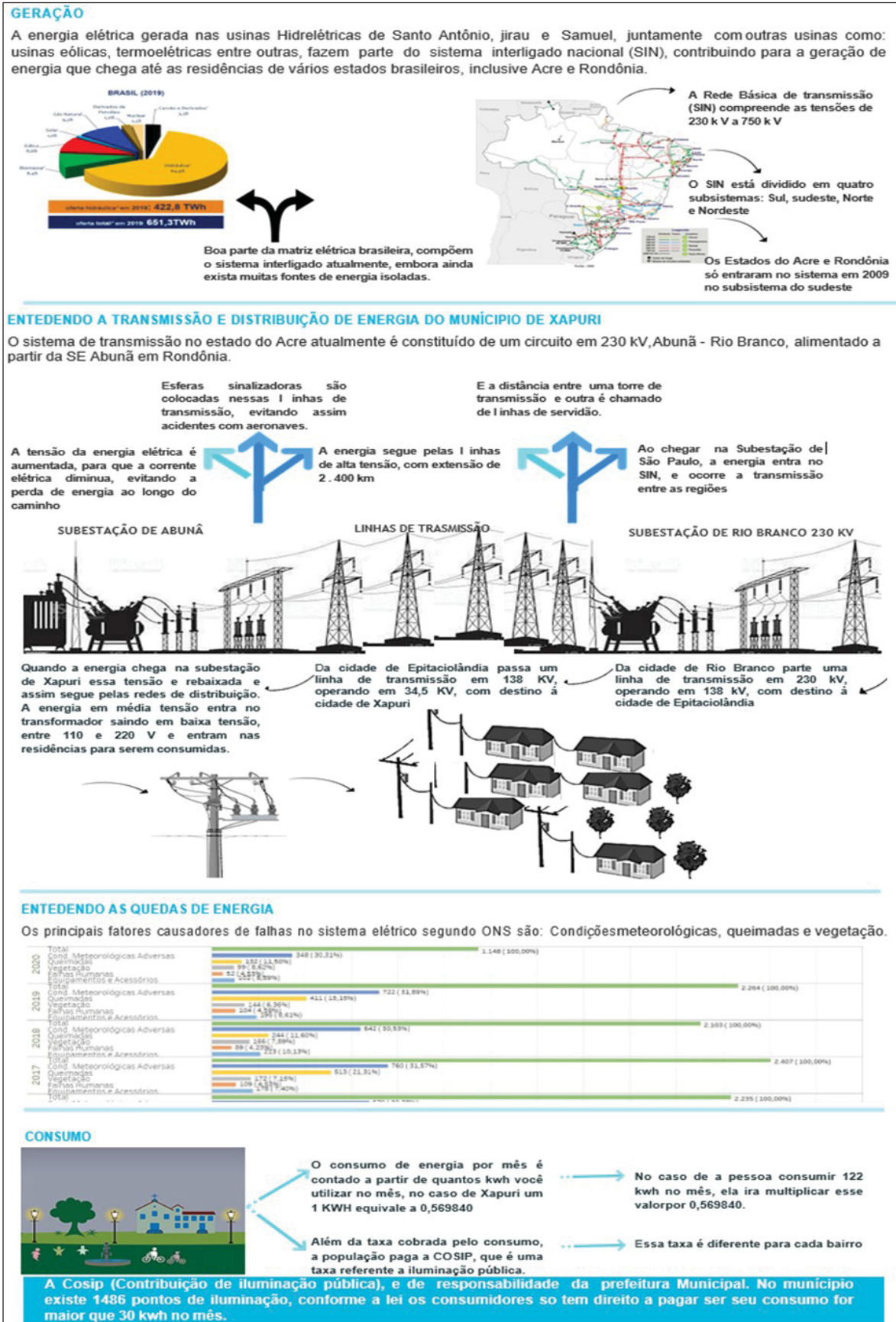
FIGURA 12 - INFOGRÁFICO PFI1



FONTE: O autor (2022).

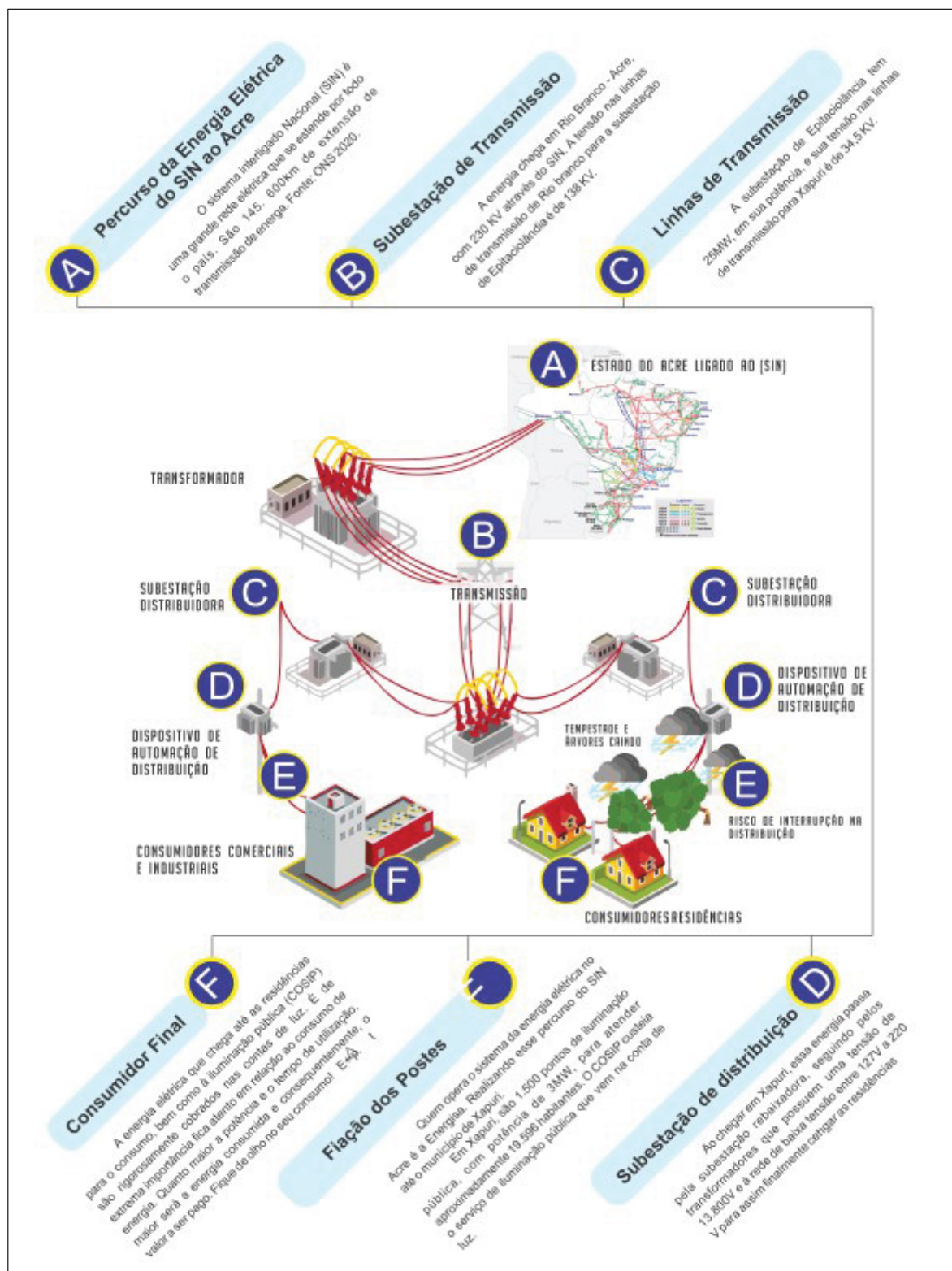
Na FIGURA 13 a seguir, consta a rede de relações CTS de PFI1, obtidas pelo processo de codificação dedutiva do seu infográfico.

FIGURA 14 - INFOGRÁFICO PF12



cálculo da energia elétrica, e anuiu corretamente aos principais fatores de perturbação da rede. A seguir apresento o INFOGRÁFICO DE PFI3.

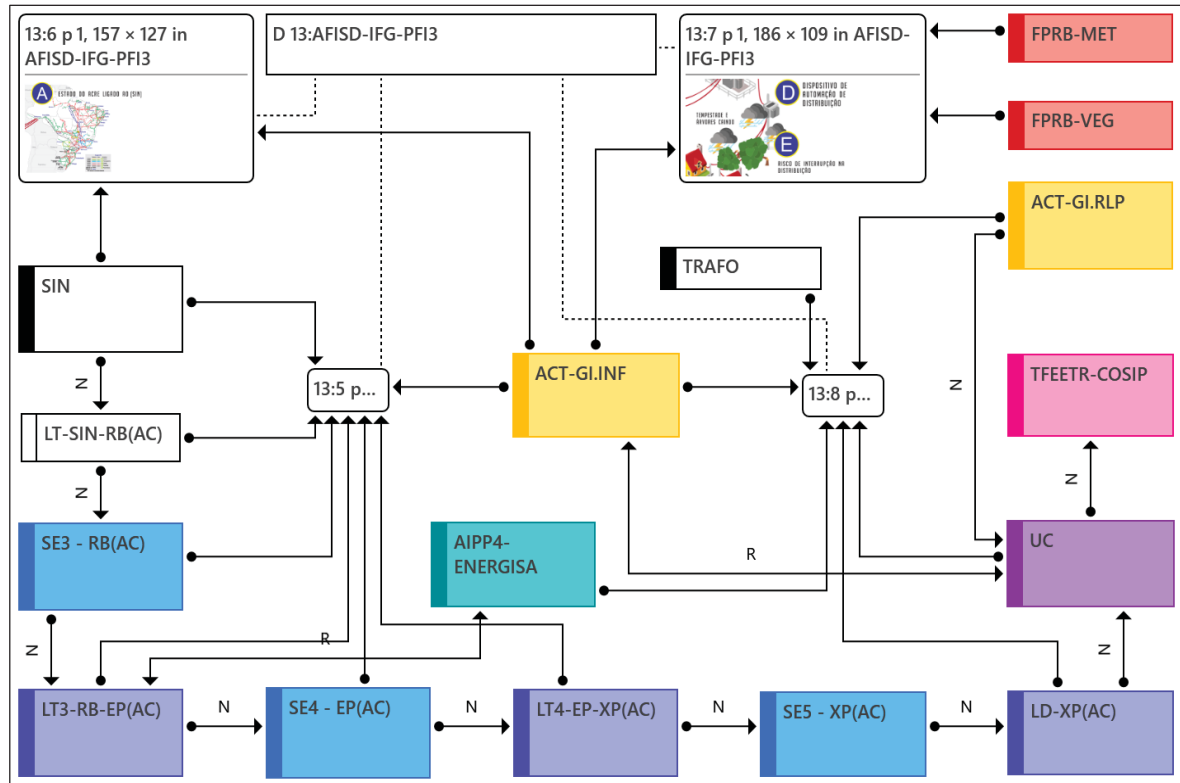
FIGURA 16 - INFOGRÁFICO PFI3



FONTE: O autor (2022).

Na sequência consta a respectiva rede de relações final em PFI3.

FIGURA 17 - REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS: PFI3



FONTE: O autor com a utilização do *ATLAS.ti* (2022)

O percurso da energia elétrica começa pela caracterização do SIN, depois descreve a transmissão de energia a partir da subestação em Rio Branco-AC / linhas de transmissão até Epitaciolândia-AC e na sequência Xapuri-AC (13:5). Todo processo descrito com informações técnicas a respeito das tensões na rede (ACT-GI.INF); na sequência, apresenta a caracterização do SIN pela geografia (13:6); a seguir, demonstra, por uma figura, dois Fatores de Perturbação da Rede Básica (FPRB) aludindo às condições de climáticas e a vegetação (13:7); energia chega na subestação de Xapuri onde é rebaixada e distribuída, contudo, incorretamente atribui a Energisa todo percurso de linhas de transmissão no estado do Acre. Também cita a COSIP seu destino para iluminação pública e faz uma estimativa para calcular o consumo de energia elétrica nas residências (ACT-GI.RLP) (13:8).

PFI3 também se ateve à estimativa do percurso, embora tenha colocado as causas de perturbações na rede, faltou mencionar as Queimadas, a segunda maior causa interrupções na rede.

A seguir, o infográfico feito por PFI4.

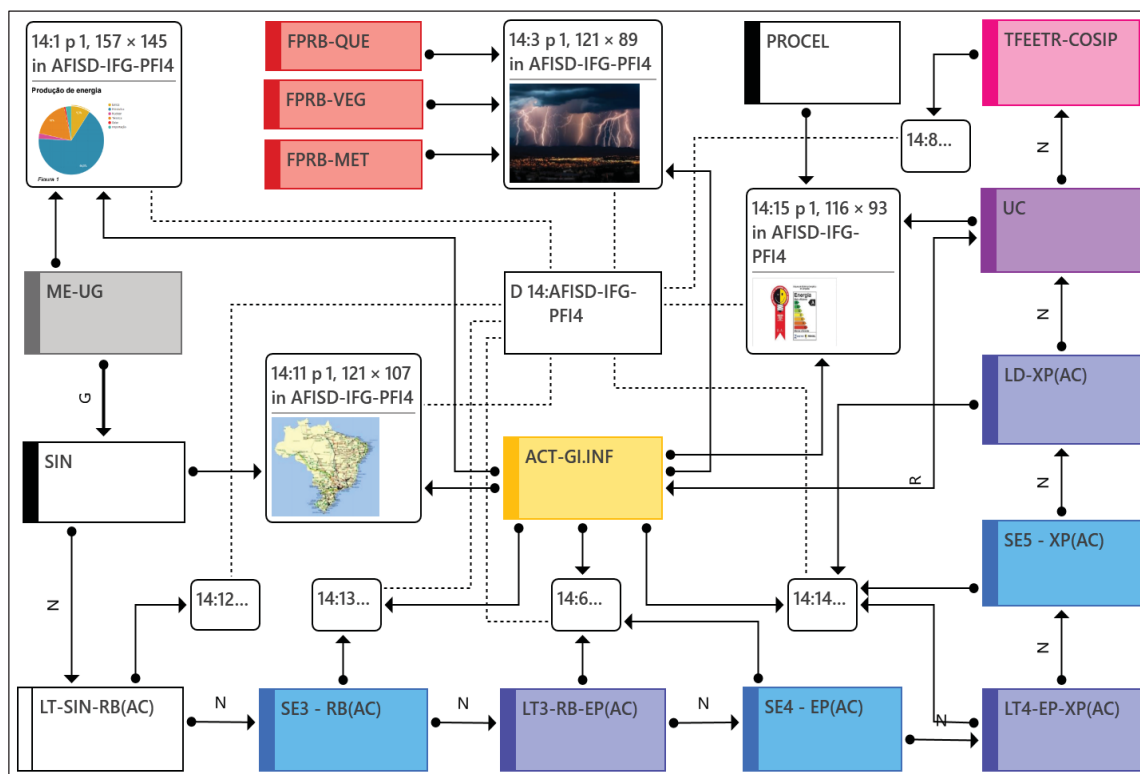
FIGURA 18 - INFOGRÁFICO PFI4



FONTE: O autor (2022)

Na sequência, vamos analisar a Rede de Relações CTS em PFI4.

FIGURA 19 - REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS: PFI4



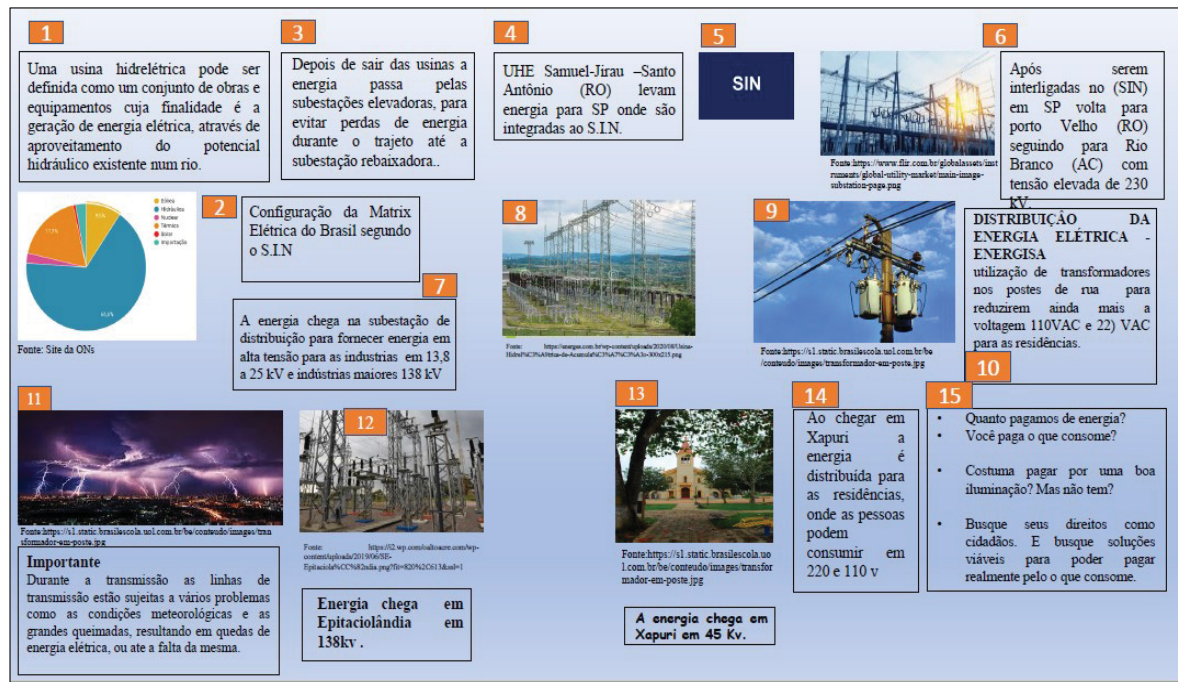
FONTE: autor com a utilização do *ATLAS.ti* (2022).

O percurso da energia elétrica inicia com a apresentação da Matriz Elétrica (14:1) e segue com a representação geográfica do sistema elétrico SIN (14:11); transporte por linhas e torres de alta tensão do SIN para Rio Branco-AC (14:12); apresenta os Fatores de Perturbação da Rede Básica - FPRB (14:3); descreve a chegada energia elétrica a subestação de Rio Branco-AC (14:13); remete a chegada da energia elétrica a subestação de Epitaciolândia-AC (12:34); transmissão da energia elétrica para subestação de Xapuri-AC que rebaixa a tensão e distribui a energia as Unidades de Consumo - UC (14:14); apresenta a COSIP (14:8); destaca o selo PROCEL de eficiência energética para redução a conta de luz.

PFI4 descreveu corretamente o percurso da energia elétrica, exceto no trecho entre o SI e a subestação de Rio Branco-AC. Descreveu adequadamente os FPRB nas linhas de transmissão. Referente a unidade de consumo - UC trouxe a informação do custo do kWh no município de Xapuri, destacando também a importância do selo de eficiência energética PROCEL.

A seguir o infográfico construído pela PFI5.

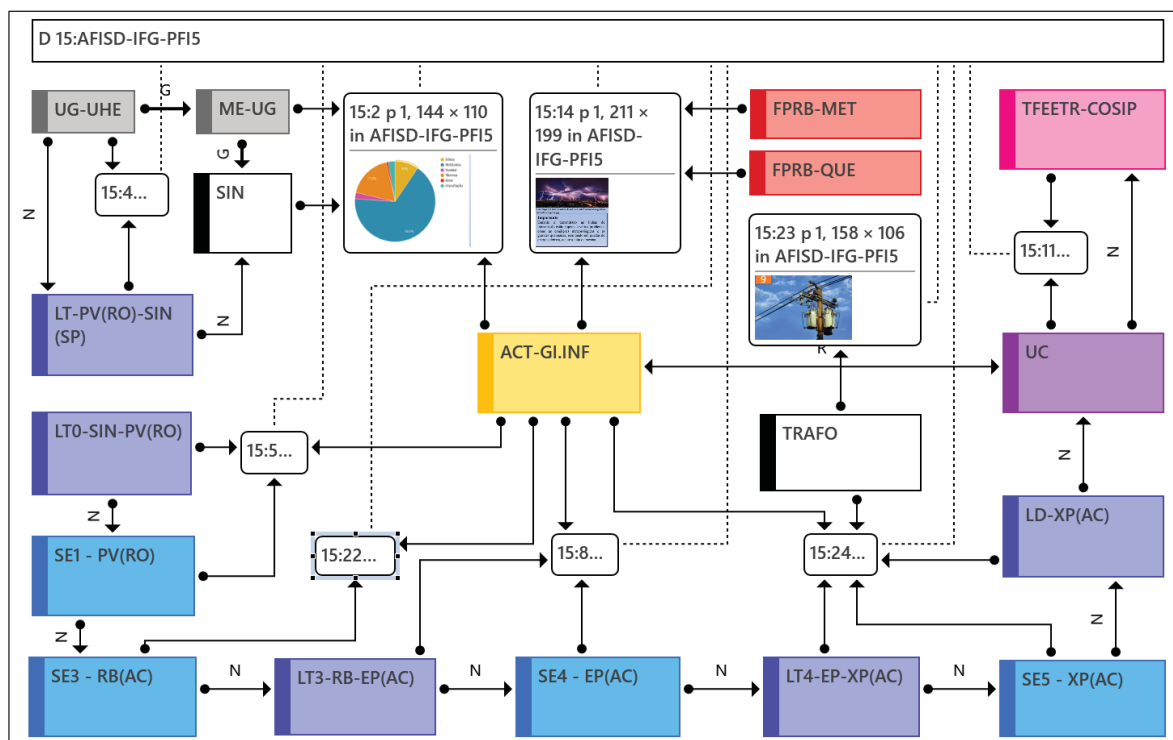
FIGURA 20 - INFOGRÁFICO PFI5



FONTE: O autor (2022).

Abaixo consta a respectiva rede de relações estabelecidas em PFI5.

FIGURA 21 - REDE FINAL DE RELAÇÕES CTS: PFI5



FONTE: O autor com a utilização do ATLAS.ti (2022).

O percurso da energia elétrica inicia com a descrição de uma UHE e na sequência apresenta a Matriz Elétrica do Brasil na configuração do SIN (15:2); e segue com a representação geográfica do sistema elétrico SIN (14:11); alude as UHE de Samuel, Jirau e Santo Antônio (RO) e a transmissão de energia elétrica por linhas e torres de alta tensão ao SIN(SP); do SIN (SP) volta para Porto Velho (RO) seguindo posteriormente para a subestação de RB (AC) (15:5); descreve o rebaixamento de voltagem na subestação de RB (AC) (15:22); apresenta descargas elétricas atmosféricas e as queimadas afetando as linhas de transmissão como Fatores de Perturbação da Rede Básica- FPRB (15:14); remete a chegada da energia elétrica a subestação de Epitaciolândia-AC (15:08); descreve a chegada da energia elétrica na subestação de Xapuri-AC que rebaixa a tensão e distribui a energia para as Unidades de Consumo (UC) (15:24); apresenta a COSIP (15:11).

PFI5 se manteve na descrição do percurso da energia elétrica corretamente, embora não tenha detalhado a transmissão assertivamente no estado de Rondônia. Trouxe dois FPRB nas linhas de transmissão, as queimadas e as descargas elétricas atmosféricas.

Além das concepções iniciais das relações CTS, as PFI mostraram poucos elementos suscetíveis de análise e quando trouxeram remetiam para uma visão estereotipada do sistema elétrico, relacionando diretamente a usina geradora de eletricidade às cidades. Com base nessa lógica, predominava a compreensão de que a energia elétrica que abastecia o estado do Acre provinha do complexo de UHE associadas ao rio Madeira no estado de Rondônia (Jirau, Santo Antônio e Samuel). Ignorava-se o fato de que o Acre integrou, em parte, o SIN desde 2009, assim como ainda parte dos municípios mais ao norte, continuam sendo abastecidos por usinas termelétricas (sistemas isolados).

Após a SD, todas as PFI apresentaram o SIN para descrever o caminho da energia que chega ao Acre, e colocaram informações corretas sobre os valores de tensão nas linhas de transmissão e distribuição. Contudo, é interessante observar que algumas ainda permanecem iniciando pela integração das UHE de Rondônia ao SIN. Percebeu-se, ainda, importantes lacunas no processo, na medida em que a categoria Impactos Socioambientais (ISA), desenvolvidas nas atividades, não apareceu em nenhum infográfico: coeficiente de eficiência energética de uma UHE (ISA-CEE), impactos sobre fauna e flora (ISA-FAF), impactos sobre a população ribeirinha (ISA-PRB), Linhas de servidão (ISA-LSV) e as queimadas (ISA-QUE).

As queimadas na região norte começam em setembro e vão em média até novembro. Discutiu-se amplamente a situação conhecida por quase todos no Acre, que são vítimas da qualidade do ar no período das queimadas entre agosto e novembro. Apesar de constar no monitoramento de interrupções do sistema elétrico pelo ONS e todas as alunas pesquisadas experimentarem seus efeitos todos os anos, poucas citaram, as queimadas, como fator de perturbação na rede e sem nenhum destaque. Parece que a situação pode ter sido naturalizada.

Do ponto de vista da cidadania, as alternativas remetem para o cálculo da energia elétrica e a compra de aparelhos com eficiência energética com o selo PROCEL. Apesar da temática aludir a um problema que envolve transtornos à população, as PFI quase sempre terminaram o infográfico com desenhos da internet retratando casas bonitas.

Com relação aos indicadores de ACT, observou-se que o grupo privilegiado foi o das informações, pois elas conseguiram associar elementos representativos das ideias, embora não tenham elaborado formas próprias de representações em seus infográficos. Tão somente selecionaram formas de apresentações de informações extraídas da internet. O grupo do Raciocínio Lógico Proporcional (ACT-GI.RLP) limitou-se somente a aparecer em PFI 2 e PFI 3. Já o grupo de indicadores referentes às Hipóteses (ACT-GI.HIP), não emergiu dos dados.

5.7 TOMADA DE DECISÃO: A PARTICIPAÇÃO NA SOCIEDADE

No final da SD, as questões referentes às perturbações elétricas na Rede Básica estavam compreendidas pelos PFI. Contudo, dois questionamentos geraram dúvidas: a taxa de Contribuição para o Serviço de Iluminação Pública -COSIP e a possibilidade do estado do Acre sofrer um apagão elétrico, como havia acontecido no AMAPÁ.

A COSIP estava prevista no planejamento didático, porém, não se presumia que surgissem questionamentos a partir disso, tendo em vista que sua função no plano era saber a respeito da composição das tarifas de energia elétrica. Todavia, os alunos perceberam as diferenças de valores, até mesmo alguns com isenção. Assim, gerou-se um novo problema a respeito da COSIP.

Dessa forma, durante a problematização, as PFI manifestaram hipóteses de trabalho para dirimir as dúvidas, manifestadas no QUADRO 25, a seguir:

QUADRO 25 - COSIP: HIPÓTESES PARA ENFRENTAMENTO

COMO É COBRADA A COSIP: O QUE FAZER?
<i>PFI2: continuar buscando.</i>
<i>PFI3: Devemos procurar os órgãos responsáveis. COSIP – LEGISLATIVO (Câmara de Vereadores) e EXECUTIVO (Prefeitura) ou e-mail para prefeitura ou insistir – Rádio. Como viabilizar?</i>
<i>PFI4: e-mail para Prefeitura.</i>
<i>PFI5: continuar indo na prefeitura.</i>

FONTE: O autor (2022).

Primeiramente, empreenderam pesquisas junto ao Portal de Transparência da Prefeitura, como também no Portal da Câmara Municipal. Não localizando as informações, algumas alunas estabeleceram contato com vereadores, os quais também não souberam reportar-se à legislação. Nesse impasse, valeram-se do recurso sugerido por PFI3, a qual sugeriu ampliar a discussão e envolver toda a comunidade na busca por respostas junto ao poder executivo local. Levantou-se a questão importante da sociedade participar do debate, visto que a COSIP incide sobre todas as unidades de consumo residenciais, e o cidadão desconhece tanto o cálculo quanto o destino da arrecadação.

Nesse contexto de buscar novas estratégias para aquisição de informação, o PFI3 trouxe a possibilidade de utilizar uma rádio local de grande audiência, no período matutino. Dessa forma, seria possível buscar informações e debater sobre as dificuldades e avanços da expansão da rede elétrica, em Xapuri-AC, abordando também o serviço de iluminação pública e sua cobrança. Alunos e comunidade poderiam participar, via aparelho celular, em função do vigente distanciamento social imposto pela pandemia.

O objetivo era conseguir entrevistas com as autoridades do município, como o prefeito e os responsáveis por secretarias envolvidas com o assunto. A entrevista seria realizada na segunda-feira dia 7 de dezembro de 2020. Entretanto, no dia anterior à entrevista, o município amanheceu tomado pela comoção da morte prematura de uma cantora local, de expressão nacional. Tal fato deslocou a programação da rádio para cobertura do sinistro episódio, inviabilizando o evento das alunas. Na sequência, houve a alegação de falta de espaço na agenda para reprogramação e, em virtude disso, a turma optou pelo envio de e-mail.

De outra parte, também havia o problema colateral do apagão elétrico recentemente ocorrido no Amapá. Esse foi o único assunto que emergiu espontaneamente no grupo de *WhatsApp* da disciplina. As notícias vinculavam a falha na subestação que havia deixado 13 das 16 cidades do estado sem energia elétrica por três semanas. Tal fato gerou apreensão, na medida em que a empresa de distribuição de energia elétrica no Amapá havia sido privatizada, assim como no estado do Acre. As PFIs decidiram então, após discussão, encaminhar um e-mail para a empresa Grupo Energisa S.A.

Com isso, ficou estabelecido a tarefa coletiva para a elaboração de dois textos no formato de e-mail. O primeiro, destinado ao excelentíssimo prefeito do município de Xapuri-AC, solicitando informações sobre a COSIP e sugerindo melhorar o acesso do cidadão às informações. Já o segundo, com destino à concessionária local de distribuição de energia elétrica no Acre, questionando as reais condições de enfrentar um blecaute no sistema elétrico, nos moldes do que aconteceu no estado do Amapá. Como resultado, seguem-se as produções textuais nos QUADROS 26 e 27.

QUADRO 26 - ATIVIDADE FINAL: E-MAIL PREFEITO DE XAPURI-AC

PREZADOS OUVIDORES DA ENERGISA
<i>Somos estudantes do 5º semestre do curso de licenciatura em Química do IFAC-Campus Xapuri. Ao realizarmos um estudo na disciplina de física sobre o processo de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica no estado do acre, em especial no município de Xapuri-AC, nos deparamos com a fixação da Contribuição para o Custeio dos Serviços de Iluminação Pública - COSIP, regulamentada pelo poder executivo do município. Contudo não localizamos no sítio digital da prefeitura informações sobre a regulamentação da mesma, fato este que consideramos ser de vital importância para todos os cidadãos. Desta forma sugerimos que no site da transparência do município possa constar de forma objetiva a regulamentação da COSIP, bem como a prestação de contas da respectiva contribuição, seja em manutenção como em investimentos na iluminação pública do município.</i> <i>Grato pela atenção e no aguardo de seu parecer atenciosamente, subscrevemo-nos.</i>

FONTE: O autor (2022).

QUADRO 27 - ATIVIDADE FINAL: E-MAIL OUVIDORIA DA ENERGISA

PREZADOS OUVIDORES DA ENERGISA
<i>Somos estudantes do 5º semestre do curso de licenciatura em química do IFAC-Campus Xapuri. Ao realizarmos um estudo na disciplina de física sobre o processo de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica no estado do Acre, em especial no município de Xapuri-AC, nos deparamos com o blecaute ocorrido no estado do Amapá no período do mês de novembro. Em virtude desse estudo, questionamos se a referida empresa distribuidora de energia local está preparada para uma ação efetiva em suas subestações de energia elétrica de forma a evitar em nosso estado a repetição da tragédia ocorrida no Amapá.</i> <i>Gratos pela atenção e no aguardo de seu parecer atenciosamente, subscrevemo-nos.</i>

FONTE: O autor (2022).

Tal processo de construção textual mostrou-se complexo. A propósito, todas as tarefas coletivas disponibilizadas e compartilhadas na plataforma virtual tiveram de ser reprogramadas, em virtude da recorrente dificuldade manifestada pelas PFI. Quando questionados sobre esse fato, as PFI justificaram-se da seguinte forma.

QUADRO 28 - QUESTIONÁRIO FINAL: ATIVIDADES COLETIVAS

A QUE VOCÊ ATRIBUI A ESCASSA PARTICIPAÇÃO DOS ALUNOS NAS TAREFAS COLETIVAS SOCIALIZADAS NO “GOOGLE DOC”?
@PFI1: Participei em todas, porém os meus colegas não me ajudaram.
@PFI2: Muitos colegas tinham dificuldade em participar das aulas, devido à má qualidade de internet, portanto muitos se perdiam no conteúdo e tinham dificuldade em realizar as atividades.
@PFI3: Posso mencionar o meu caso, por falta de comunicação cheguei um pouco tarde na participação das aulas, mas creio que pude recuperar e socializar com o professor e os demais colegas. As falhas de internet foi também um fator negativo para o acesso das aulas.
@PFI4: Não foi culpa dos alunos, nem todos tem internet em suas residências e muitos moram na zona rural, não é sempre que podem estar na cidade para participar das aulas.
@PFI5: A falta de conexão, interesse e dedicação por partes de alguns alunos

FONTE: O autor (2022).

A análise das respostas convergiu para a precária qualidade de conexão da internet ao longo de todo o processo, ocasionando a situação atípica das alunas manifestarem prevalência por tarefas individuais.

Quando questionadas sobre o que aprenderam, as PFI manifestaram conforme exposto no QUADRO 29, a seguir.

QUADRO 29 - QUESTIONÁRIO FINAL: A APRENDIZAGEM

O QUE VOCÊ CONSIDERA QUE APRENDEU?
@PFI1: Como fazer o cálculo da energia elétrica. De onde vem a nossa energia elétrica, o processo de geração como ela é distribuída, para onde vai o nosso dinheiro que pagamos no talão de luz.
@PFI2: Eu aprendi todo o processo de distribuição de energia, seus cálculos, as teorias que foram base para todo esse processo, além de desenvolver uma mente crítica, participativa e reflexiva sobre os nossos direitos de uma forma geral.
@PFI3: A forma como é distribuída a energia do nosso país, desde a estação geradora até chegar em nossas casas. O nosso consumo, o S.I.N. e outros órgãos responsáveis pela geração e controle dessa energia.
@PFI4: Consegui compreender sobre a geração, transmissão e distribuição de energia, aprendi a fazer cálculos para ver o possível valor da minha energia elétrica e aprendi sobre os prós e contras da energia para a população.
@PFI5: Como funciona uma usina hidrelétrica.

FONTE: O autor (2022)

Nas respostas do quadro acima, aparece a mesma lógica expressa nas redes de relações CTS. As PFI saem de um mesmo ponto e chegam em diferentes níveis de compreensão sobre o fenômeno científico-social estudado. Convergindo para o

mapa de relações, a visão predominante da aprendizagem recaiu sobre o percurso da energia elétrica e o tão citado cálculo da energia elétrica. Algumas foram mais longe e destacaram o sistema elétrico e os órgãos de controle. A PF2, além desses aspectos já citados, alega ter desenvolvido uma mente crítica, participativa e reflexiva sobre os nossos direitos.

Na sequência, questionou-se as PFI quanto ao que mais chamou a sua atenção. No caso, todas as falas asseguram para os benefícios do modelo didático no

QUADRO 30:

QUADRO 30 - QUESTIONÁRIO FINAL: O PROCESSO FORMATIVO

NA CONDIÇÃO DE PROFESSOR EM FORMAÇÃO INICIAL, O QUE MAIS CHAMOU A SUA ATENÇÃO EM TODO ESSE PROCESSO?
@PFI1: As aulas online, de maneira geral, pois nunca tinha visto aula dessa maneira. Aprendi muito com o professor, conhecimento científico e também profissional
@PFI2: A forma como a sequência didática foi passada é muito interessante, a divisão por partes do conteúdo e as questões debatidas na sala virtual, proporcionaram um maior interesse pelo assunto e assim a relação entre aluno e professor ficou claramente visível, além dos experimentos realizados virtualmente, que forneceram um maior entendimento do assunto, e que nos levaram a debater sobre outras questões da sociedade.
@PFI3: A clareza como se foi tratado o assunto em questão, nossa realidade sendo estudada. Ter visão crítica como citei anteriormente, querendo passar o que aprendi e requerer respostas para questões não esclarecidas, que são de direito de cada cidadão como consumidor.
@PFI4: Fiquei bastante chocada por não saber coisas mínimas e que deviam ser ensinadas em sala de aula, como por exemplo: o cálculo de consumo de energia e todo o caminho da energia, até às nossas casas.
@PFI5: Que existem muitas dificuldades na vida acadêmica, mais o que nos ajuda superar todas essas dificuldades, é a forma que lidamos com cada uma delas. Sempre persistindo e acreditando que tudo é possível.

FONTE: O autor (2022).

As respostas apontam para um amplo leque de significados. O PFI1 destacou o percurso da investigação da SD, o vínculo da temática de relevância social e as discussões no ambiente virtual, as quais serviram para aproximação aluno-professor. Enfatizou, também, a importância do desenvolvimento conceitual através das Simulações Interativas de Física (*Phet Lab*) e seu retorno para as questões da sociedade.

Já PFI3 evidenciou a “nossa realidade sendo estudada”, assim como salientou a motivação que sentiu no processo investigativo da SD, “querendo passar o que aprendi”. Por último, fez referência ao desafio das questões abertas.

Em PFI4, houve manifestação de expressiva perplexidade ao perceber-se limitada em seus conhecimentos escolares frente à temática proposta, pois, como

disse uma das alunas, “*fiquei bastante chocada por não saber coisas mínimas e que deviam ser ensinadas em sala de aula [...].*”

Assim, pude concluir, dadas as manifestações acima citadas, que apesar de vários obstáculos como a *internet* e o isolamento social decorrente da pandemia, o processo interventivo oportunizou, de fato, que as PFI vivenciassem uma experiência de educação CTS no seu processo formativo. A propósito, a única ao longo de toda sua formação inicial.

No próximo capítulo, encaminho as discussões e reflexões sobre objetivos da pesquisa no processo interventivo da educação CTS na formação inicial de professores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese sobre educação CTS insere-se no campo da pesquisa sobre a (re)configuração do currículo das Licenciaturas em Ciências. Os estudos no âmbito da Educação têm mostrado evidências robustas quanto à necessidade de uma educação científica contextualizada, relacional e hábil a compartilhar o protagonismo dos sujeitos envolvidos nesse processo. Nessa perspectiva, a educação CTS busca promover a alfabetização científica como possibilidade de efetiva participação do indivíduo na sociedade, assim como também promover uma compreensão de ciência e tecnologia associadas à cultura, permeada de valores.

Nesse contexto, busquei construir um modelo didático ancorado nos pressupostos da educação CTS e da alfabetização científica, como inovação no currículo do curso de Licenciatura em Química, em que os PFI teriam uma experiência CTS por intermédio de uma disciplina do núcleo básico. Tal proposta didática, estruturada a partir de uma temática de relevância social, envidou esforços para mobilizar os discentes a investigarem as causas das frequentes interrupções de energia elétrica no município de Xapuri-AC. Uma proposta complexa que adquiriu maior dimensão com a adoção do ERE, em decorrência da pandemia da COVID-19.

Para isso, foi estruturada uma SD, a partir de uma temática de relevância social, que mobilizou conteúdos de física e de outras áreas do conhecimento subjugados à temática, necessários para a investigação das frequentes interrupções de energia elétrica no município de Xapuri-AC (AULER, 2007; MÜENCHEN; AULER, 2007). Também inseri questões sobre relações CTS, como os impactos socioambientais intrínsecos à matriz elétrica e suas etapas de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica.

Do ponto de vista dos eixos estruturantes de ACT, as Relações CTS (EE-RCTS), houve grande mobilização, na medida em que o processo de investigação da temática proporcionou uma significativa ampliação nas relações estabelecidas em relação às manifestações obtidas no início da pesquisa. Contudo, centradas em aspectos técnicos e científicos, as redes de relações CTS dos PFI ao final da investigação não mostraram avanços quanto aos impactos socioambientais e a visibilidade dos agentes institucionais públicos e privados envolvidos no processo. O fato dessas categorias mostrarem-se amplamente ausentes pode estar relacionado à

crença na tecnocracia e sua ideologia do modelo de desenvolvimento linear (AULER, 2007).

Desse ponto de vista, registro que essa proposta não conseguiu avançar para a discussão das alternativas ao modelo de desenvolvimento tecnocrático. Nesse contexto, considero fundamental

[...] tentar resolver um problema desvinculando-o das relações sociais em que se configura, de forma apenas técnica, via aumento de conhecimento técnico-científico, significa retorno a tecnocracia a constituição de valores tecnocráticos. (AULER, 2011 *apud* AULER; SANTOS, 2011, p. 90).

Quanto aos indicadores de ACT referenciados em Sasseron e Carvalho (2008), as redes de relações CTS puderam constatar, pela frequência, a prevalência da categoria de informações (GI-INF) sobre as demais, embora associada majoritariamente a aspectos técnicos. Nesse sentido, as categorias de análise referentes ao Raciocínio Lógico e Proporcional (GI-RLP) foram escassas e a de Hipóteses (GI-HIP) inexisteram no percurso investigativo.

Dentre os fatores que concorreram para a limitação do referido modelo didático, sobrepôs-se o incipiente modelo do ERE, caracterizado pela falta de conectividade, *o uso de inadequadas interfaces de hardwares dos alunos*, como também, a pouca familiaridade deles com as TICs.

Educação CTS e ACT possuem forte embasamento na dialogicidade e na ação, ainda mais consubstanciados na abordagem pedagógica participativa dos 3MP, a qual requer profunda interação aluno-professores. Mesmo as ferramentas digitais utilizadas no processo, como o *software Mentimeter*, o Laboratório Virtual *PHET* e as plataformas digitais que se mostraram úteis no processo, necessitam da interação e da arquitetura mínima de *hardware*. O tratamento das imagens e gráficos trabalhados nesse percurso era processado e percebido por formas e meios diferentes: eu com um monitor de 28 polegadas, notebook e *WI-FI*; os PFI com um aparelho celular de 5 polegadas de tela e internet de dados móveis, por vezes *WI-FI*.

Tal contexto confluiu em prejuízo da comunicação, da capacidade de expressão, da argumentação e, sobretudo, para um diálogo profícuo, implicando possivelmente na ausência de aspectos da discussão política, ambiental e alternativas aos modelos tradicionais de desenvolvimento.

Outro aspecto limitante tanto da ampliação, como do aprofundamento da proposta didática, encontra-se no seu caráter interdisciplinar, inerente à educação CTS (AULER, 2007; MUENCHEN; AULER, 2007). Embora desponte naturalmente no processo de investigação concebido pela educação CTS, esbarra fundamentalmente no modelo de formação docente disciplinar apartado da pesquisa (CARVALHO, 1998).

Santos (2007) assevera que o objetivo principal de um currículo estruturado na educação CTS é o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Trata-se, assim, de um objetivo na educação científica, mas que, carregado de valores, investe-se num compromisso social para o fortalecimento da democracia participativa em oposição à tecnocracia. Nesse sentido, a tomada de decisão para uma ação social, no âmbito da educação CTS, deve estar assentada tanto no conhecimento científico, como em valores.

Nesse sentido, a presente pesquisa envidou esforços ao final da sequência didática para exercitar seu compromisso social, tomando como objeto de análise aspectos destacados pelas PFI durante a SD. Não houve manifestação quanto ao modelo de desenvolvimento do setor elétrico brasileiro, tampouco quanto à geração de energia elétrica por UHE, na região norte, caracterizadas pelo baixo coeficiente de eficiência e elevado impacto socioambiental. As pertinentes críticas do PLACTS quanto aos modelos de transferências de tecnologia, numa concepção de neutralidade, não foram destacadas. Mesmo após perceberem as causas de interrupções de energia associadas às queimadas, à vegetação e aos fatores climáticos, ambos potencializados de forma sistêmica na região norte, as PFI não manifestaram indignação.

Contudo, demonstraram preocupação nas relações mais imediatas do ponto de vista econômico, como a taxa COSIP e o risco de apagão elétrico nos moldes do ocorrido no estado do Amapá, como já discutido no capítulo anterior. Situações essas que os mobilizaram para a busca de respostas, e também, pela reivindicação da participação social.

Apesar das adversidades do ERE, as análises realizadas possibilitaram-me avaliar que as PFI foram capazes de refletir sobre a física, a ciência, a tecnologia e suas conexões com a sociedade em um contexto real. Destaca-se que a presente pesquisa oportunizou às licenciandas a única experiência com educação CTS e ACT na licenciatura. Desta forma, as PFI também foram confrontadas com suas atitudes direcionadas por modelos didáticos progressos compatíveis com a educação

bancária, podendo, então, contrastar com a educação CTS, no sentido de reforçar a autonomia docente em suas práticas de ensino (MÜENCHEN; AULER, 2007).

A inserção curricular da Educação CTS nas licenciaturas, com observância a seus pressupostos teóricos e metodológicos, desenvolvidas em práticas pedagógicas institucionais, pode promover alterações significativas em padrões já estabelecidos. Contudo, como já refletido anteriormente, não se pode ignorar que a educação e a escola se encontram inseridas numa sociedade administrada por uma visão social de mundo advinda da classe dominante, que atribui significados e sentidos ao humano e a sociedade (LÖWY, 2015). Portanto, a educação CTS e ACT competem com os sentidos e significados da ideologia dominante e seus referenciais pedagógicos advindos do modo de produção capitalista.

Será possível progredirmos com a educação CTS nas licenciaturas de ciências, em meio ao avanço de políticas educacionais empresariais? Ou ainda, o quanto será possível avançar numa educação científica crítica, em meio a formações pedagógicas que persistem na implementação de políticas neoliberais para a escola e o professor? Parece-me que avançar na educação CTS e ACT implica, necessariamente, em reconhecer e resistir a apropriação da cultura e da escola pela lógica de produção capitalista e de sua transubstanciação em mercadoria (ADORNO; HORKHEIMER, 1985; ADORNO, 2020; 2021; HORKHEIMER, 2015).

Nessa perspectiva, é preocupante refletir sobre esses questionamentos e me perceber em jornadas pedagógicas descritas e condenadas, por Carvalho e Pérez (1993, p. 67): “A formação permanente, por seu lado, costuma reduzir-se a uma oferta de cursos de adaptação e mudanças curriculares ou para a reciclagem em algum aspecto específico.”

Tudo isso só faz aumentar a percepção da escola como aparelho ideológico do estado. Em sua teoria da semiformação, Adorno (2010) já advertia que,

Reformas pedagógicas isoladas, embora indispensáveis, não trazem contribuições substanciais. Podem até, em certas ocasiões, reforçar a crise, porque abrandam as exigências a serem feitas aos que devem ser educados e porque revelam uma inocente despreocupação diante do poder que a realidade extra pedagógica exerce sobre eles. (ADORNO, 2010, p. 8).

Enfim, nessa jornada investigativa, abordei conhecimentos científicos e tecnológicos, agentes políticos públicos-privados foram desocultados, bem como impactos socioambientais problematizados. As causas da precariedade no

abastecimento da energia elétrica em Xapuri-AC, para surpresa das PFI e minha também, são complexas, abrangendo um espectro de fatores que passavam por políticas de governo, condições meteorológicas adversas, sociedade de consumo e, sobretudo, as queimadas induzidas por políticas governamentais de expansão da pecuária do agronegócio. Paradoxalmente, num município internacionalmente conhecido pela luta ambientalista, que culminou na morte de Chico Mendes²⁸.

O desenvolvimento dessa pesquisa foi acompanhado pelo avanço da pandemia da COVID-19, a qual ceifou mais de seis milhões de vidas e, ainda assim, se fez acompanhar pela expansão do negacionismo científico, o qual pode ter adquirido o *status* de Estado.

Há consenso entre pesquisadores de que a educação CTS e a ACT constituem-se numa poderosa possibilidade de (re)configuração do currículo de ciências, voltada para o fortalecimento da cidadania e da democracia participativa. Contudo, trata-se de uma educação científica permeada por valores, a qual, assume-se a discussão de temas controversos e questiona-se visões sociais do mundo, e, isso implica no inevitável confronto dos envolvidos com suas crenças.

Educação CTS e ACT implicam necessariamente no exercício do ceticismo, fator necessário, porém, bastante desconfortável da experiência humana, visto que, segundo Harris (2013, p. 125): “Apontar motivações não epistêmicas na visão de mundo de outra pessoa, portanto, é sempre uma crítica, já que isso serve para lançar dúvidas sobre a conexão dessa pessoa com o mundo real.”

Por fim, fica estabelecido a necessidade de (re)configuração curricular nas licenciaturas de ciências, como nos demais níveis de escolarização. Impõe também, para além do urgente reexame da formação inicial de professores, colocar a educação científica como parte integrante de um projeto de (re)construção da escola, ressignificando o inadiável debate acerca da relação escola-sociedade.

A fala da PFI4 ao final da SD, aludindo ao fato de que, “Fiquei bastante chocada por não saber coisas mínimas e deviam ser ensinadas em sala de aula, como, por exemplo: o cálculo de consumo de energia e todo o caminho da energia,

²⁸ Francisco Alves Mendes Filho (1944-1988), mais conhecido como Chico Mendes foi um seringueiro, sindicalista e ativista político brasileiro assinado em 1988. Lutou a favor dos seringueiros da Bacia Amazônica, cuja subsistência dependia da preservação da floresta e das seringueiras nativas.

até às nossas casas”, consubstancia a necessidade da educação CTS e da ACT no ensino de ciências, sobretudo na formação inicial de professores.

Em síntese, evidencia-se com essa pesquisa a compreensão de que as licenciaturas de ciências são o *lócus* adequado para prover meios e estratégias voltadas para a promoção de práticas mais reflexivas, como educação CTS e ACT.

Com relação à necessidade de renovação no ensino de ciências e na formação inicial de professores de ciências face aos enfrentamentos hodiernos de nossa sociedade neoliberal impregnada de ciência e tecnologia, as quais quase ninguém compreende, deveríamos observar a advertência de Adorno (2010, p. 28), “A alegre e despreocupada expansão da formação cultural, nas condições vigentes, é, de modo imediato, sua própria aniquilação.”

Nesse sentido, cabe perfeitamente nossa autocrítica e também o desafio de (re)configurar a educação científica embasada nos pressupostos da educação CTS e da ACT.

REFERÊNCIAS

ADORNO, T. W. **Educação e emancipação**. 2º ed. São Paulo: Paz e Terra, 2020.

ADORNO, T. W.; ALMEIDA, J. M. B. de **Indústria cultural e sociedade**. São Paulo: Paz e Terra, 2021.

ADORNO, T. W.; HORKHMEIR, M. **Dialética do Esclarecimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1985.

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? *In*: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

AIKENHEAD, G. S. Toward a First Nations cross-cultural science and technology curriculum. **Science Education**, v. 81, n. 2, p. 217-238, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319330012_Toward_a_First_Nations_cross-cultural_science_and_technology_curriculum. Acesso em: 20 abr. 2022.

AIKENHEAD, G. S. STS education: a rose by any other name. *In*: CROSS, R. (Org.). **A vision for science education: responding to the work of Peter Fensham**. London, UK: RoutledgeFalmer, 2003. p. 59-75. Disponível em: <https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/stsed.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2022.

ANDRADE, J. B. de.; CADORE, S.; VIEIRA P. C.; ZUCCO, C.; PINTO, Â. C. A formação do químico. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 358-362, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200033>. Acesso em: 14 jan. 2022.

APPLE, M. W. Currículo e poder. *In*: Costa R.; Silva, T.T. da. (Ed.). **Educação & Realidade**. Caxias do Sul: UGRGS, 1989. p.45-56. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/educacaoerealidade/issue/view/3061/327>. Acesso em: 10 jan. 2022.

ARAÚJO, W. S. de. **Uma prática dialógica com aproximações da educação CTS: propostas emancipatórias no estágio dos licenciandos em ciências biológicas**. 2018. 244 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34469>. Acesso em: 15 fev. 2022.

ATLAS.TI. **Software de análise de dados qualitativos**. 2022. Disponível em: <https://atlasti.com/>. Acesso em: 10 jan. 2022

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade No Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. 218 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82610>. Acesso em: 20 maio 2022.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 5, n.1, p.68-83, 2003. <https://doi.org/10.1590/1983-21172003050107>. Acesso em: 30 jan. 2022.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto Brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 5, p. 1-20, n. especial, nov., 2007. Acesso em: 02 jan. 2022.

AULER, D. **Cuidado! Um cavalo viciado tende a voltar para o mesmo lugar**. 1º ed. Curitiba: Appris Editora, 2018.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wJMcpHfLgzh53wZrByRpmkd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 maio 2022.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. dos S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.2, n.1, p.67-84, mar, 2009. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170805>. Acesso em: 13 fev. 2022.

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. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>. Acesso em: 18 jan. 2022.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006. Disponível em http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/cts_relac_prof_cien_aule_del_2006.pdf. Acesso em: 23 mar. 2022.

BACON, F. **Novum Organum**. Tradução: José Aluysio Reis de Andrade. Acrópolis. eBooksBrasil.org, 2002. Disponível em: <http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/norganum.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2022.

BAZZO, W. A. **Ciência Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1998.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BOURDIEU, P. A Escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (Orgs). **Escritos de educação**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2008, p. 39-64. Disponível em: <https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/06/BOURDIEU-Pierre.-Escritos-de-educa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2022.

BRASIL. Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Presidência da República Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Brasília, DF, 20 de dezembro de 1996; 175º da Independência e 108º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 11 mar. 2022.

BRASIL. MEC. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1.303/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Despacho do Ministro em 4/12/2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 dez. 2001, Seção 1, p. 25. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BRASIL. MEC. Resolução CNE/CES 8, de 11 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de mar. 2002, Seção 1, p. 12. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES08-2002.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.195, de 8 de novembro de 2005. Dá nova redação ao § 5º do art. 3º da Lei nº 8.948, de 8 de dezembro de 1994. **Presidência da República. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos**, Brasília, DF, 8 de novembro de 2005; 184º da Independência e 117º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11195.htm. Acesso em: 23 de fev. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Brasília, DF, 29 de dezembro de 2008, 187º da Independência e 120º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: 14 abr. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014. Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil. **Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Brasília, DF, 23 de abril de 2014, 193º da Independência e 126º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l12965.htm. Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Brasília, DF, 16 fev. 2017, 196º da Independência e 129º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm#:~:text=Altera%20as%20Leis%20n%20%C2%BA,Leis%20do%20Trabalho%20%2D%20CLT%2C%20aprovada. Acesso em: 10 mar. 2022.

BRASIL. Portaria nº 544, de 16 de junho de 2020. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - Covid-19, e revoga as Portarias MEC nº 343, de 17 de março de 2020, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jun. 2020, Edição: 114, Seção: 1, Página: 62. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-544-de-16-de-junho-de-2020-261924872>. Acesso em: 26 jan. 2022.

BRASIL. Resolução nº 12/CONSU/IFAC, de 21 de janeiro de 2020. Dispõe sobre a aprovação do Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre 2020-2024. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre IFAC. **Diário Oficial da União**, nº 87 de 08 de maio de 2018, seção 2. Acre: Ano X - nº 02, jan. 2020. Disponível em: https://www.ifac.edu.br/documentos/pdi-2020_2024.pdf. Acesso em: 07 maio 2020.

BRANDI, A. T. E.; GURGEL, C. M. do A. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 113-125, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/G8X4LjgpH7GTyTFZv5pHZDg/?format=pdf&lang=pt>.

BUSH, V. Ciência, a fronteira sem fim. **Revista Ensino Superior UNICAMP**. Campinas, ed. 2, nov., p.86-95, 2010. Disponível em: http://www.gr.unicamp.br/ceav/revistaensinosuperior/ed02_novembro2010/pdf/Ed02_novembro2010_historias.pdf. Acesso em: 12 fev. 2022.

BYBEE, R. W. Achieving scientific literacy. In: **The science teacher**. v. 62, n. 7, Arlington: United States. 1995, p. 28-33.

BYBEE, R. W.; DEBOER, G.E., The Goals for the Science Curriculum. In: BYBEE, R. W.; MCINERNEY, J. D. (Eds.). **Redesigning the Science Curriculum**, Colorado: ERIC, BSCS, 1995. p. 71-74. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED433179.pdf>.

CARVALHO, A.M.P. de.; PÉREZ, D. G. **Formação de Professores de Ciências: Tendências e Inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, A.M.P. de.; CACHAPUZ, A., & PÉREZ, D. G. **O ensino das ciências como compromisso científico e social: os caminhos que percorremos**. São Paulo: Cortez. 2012.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a Educação**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, nº 22, p. 89-100. 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>

CONIF. **10 Anos de Institutos federais – 2008-2018**. [s.d.]. Disponível em: <https://portal.conif.org.br/estudos/livreto-10-anos-dos-institutos-federais>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CONIF. 110 Anos – **Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica**. Disponível em: <https://110anos.redefederal.org.br/#inicio>. Acesso em: 18 fev. 2022.

DAGNINO, R. Enfoques sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade: neutralidade e determinismo. **Revista de Ciência da Informação**, v.3 n.6, p.1-37, dez.2002. Disponível em: https://www.brapci.inf.br/_repositorio/2010/01/pdf_22f5fee30a_0007497.pdf. Acesso em: 2 fev. 2022.

DAMIANI, M.F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F. de.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Caderno de Educação**, Pelotas, 45, p. 57–67, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 28 abr. 2022.

DANTAS, M. O Negacionismo. *In. Tecnociência e democracia em tempos de pandemia*. CTS em foco, nº 01, Rio de Janeiro: Boletim ESOCITE.BR, p.33-39. 2020. Disponível em: <http://www.esocite.org.br/wp/wp-content/uploads/2020/12/CTS-em-foco-n-11.pdf>. Acesso em 15 mar. 2022.

DESLAURIERS, J. P. **Recherche Qualitative**. Montreal: McGraw Hill, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortês, 2002.

DUARTE, N. **Sociedade do conhecimento ou sociedade das ilusões? Quatro Ensaio Crítico-dialéticos em Filosofia da Educação**. 1º ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

DUARTE, N. **Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos: contribuição à teoria histórico-crítica do currículo**. Campinas: Autores Associados, 2016.

DUARTE, N. **Vigotski e o "aprender a Aprender": crítica às apropriações neoliberais e Pós-modernas da Teoria Vigotskiana**. 5º ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

FABRÍCIO, T. M. **A cidade educadora e o enfoque CTS: articulações possíveis a partir dos professores de ciências em formação**. 203f. Tese (Doutorado em Educação) - Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8602>. Acesso em: 10 abr. 2022.

FAGUNDES, S.M.K. **Aspectos científicos, tecnológicos e sociais na construção profissional docente**. 248f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas. RS, Santa Maria, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/21678>.

FERRETI, C. J.; SILVA, M. R. Reforma do Ensino Médio no contexto da medida provisória nº. 746/2016: estado, currículo e disputas por hegemonia. **Educação & Sociedade**. Campinas, v. 38, nº. 139, p.385-404, abr.-jun., 2017 <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302017176607>.

FEENBERG, A. O que é filosofia da tecnologia? Tradução de Agustín Apaza. *In: Conferência pronunciada para os estudantes universitários de Komaba*, junho, 2003. What is Philosophy of Technology? Disponível em: https://www.sfu.ca/~andrewf/books/Portug_O_que_e_a_Filosofia_da_Tecnologia.pdf. Acesso em: 05 jan.2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia – Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GARCIA, T. C. M.; MORAIS, I. R. D.; ZAROS, L. G.; RÊGO, M.C.F.D. Ensino remoto emergencial: proposta de design para organização de aulas. **Caderno de Ensino Mediador TIC**, Natal, SEDIS – Secretária de Educação a Distância, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/29767/1/ENSINO%20REMOTO%20EMERGENCIAL_proposta_de_design_organizacao_aulas.pdf. Acesso em: 21 jan. 2022.

GALILEI, G. **Il Saggiatore**. Ebook. Zanichelli Editore, 2011.

GARRIDO, E.; CARVALHO, A. M. P. de. Reflexão sobre a prática e qualificação da formação inicial docente. **Cadernos de Pesquisa**, 107, p. 149-168, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0100-15741999000200006>

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL PÉREZ, D.; VILCHES PEÑA, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, nº.42, p.31-54, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10550/45418>. Acesso em: 30 mar. 2022.

GONÇALVES, C. C.; SAUCEDO, K. R. R. Alfabetização Científica no contexto da Educação Infantil. *In: XIII SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE LITERATURA, HISTÓRIA E MEMÓRIA*. UNIOESTE. Cascavel: 2017. p.1-15. Disponível em: <http://www.seminariolhm.com.br/2018/simposios/03/simp03art02.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2022.

HABERMAS, J. **Técnica e ciência como "ideologia"**. Tradução: Felipe Gonçalves Silva, 1º ed. São Paulo: Editora UNESP, 2014.

HARARI, Y. N. **Sapiens - Uma Breve História da Humanidade**. Tradução: Jorio Dauster. São Paulo: Companhia das Letras, 2020a.

HARARI, Y. N. **Notas sobre a pandemia: E breves lições para o mundo pós-coronavírus (artigos e entrevistas)**. Tradução: Odorico Leal. 1ª edição. São Paulo: Companhia das Letras, 2020b.

HODGES, C; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. A diferença entre ensino remoto de emergência e aprendizado online. **EDUCAUSE Review**. 2020. Disponível em: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>. Acesso em: 27 mar. 2022

HORKHEIMER, M. **O Eclipse da Razão**. São Paulo: Editora UNESP, 2015.

IFAC - Instituto Federal Acre. RESOLUÇÃO CONSU/IFAC Nº 047 de 12 de agosto de 2016. Dispõe sobre a Alteração da Resolução 200/2014 CONSU/IFAC – Aprova o Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre 2014-2018. **Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre IFAC**. Disponível em: <https://www.ifac.edu.br/documentos/PDI20142018.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

IFAC - Resolução CONSU/IFAC nº 22/2019 de 17 de julho de 2019. Dispõe sobre a reformulação do Projeto Pedagógico do Curso Superior de Licenciatura em Química do Campus Xapuri do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre IFAC. Campus Xapuri. **Diário Oficial da União**, nº 87, de 08 de maio de 2018, seção 2. Ano IX - nº 06 - 19 Jul. 2019. Disponível em: https://www.ifac.edu.br/editais/media/boletins/Boletim_Ano_IX_06_2019_CnnVbeK.pdf. p.21-25. Acesso em: 18 maio 2022.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da Educação Superior 2012, Resumo Técnico. **Diretoria De Estatísticas Educacionais**. 2014. Disponível em: https://download.inep.gov.br/download/superior/censo/2012/resumo_tecnico_censo_educacao_superior_2012.pdf. Acesso em: 27 mar. 2022.

INEP–Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Diretoria de Estatísticas Educacionais – DEED. **Resumo Técnico: Censo da Educação Superior**. 2016. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/resumo_tecnico/resumo_tecnico_censo_da_educacao_superior_2016.pdf. Acesso em: 17 maio 2022.

JHU - JOHN HOPKINS UNIVERSITY. **Coronavírus Resource Center. EUA**: 2022. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/region/brazil>. Data de Acesso: 15 fev. 2022.

KANT, I. **O que É Esclarecimento?** Rio de Janeiro: Via Verita, 2013.

KOLLER, S. H.; COUTO, M. C. P. de P.; VON HOHENDORFF, J. (Orgs). **Manual de produção científica**. Porto Alegre: Penso Editora, 2014.

LAUGKSCH, R.C., Scientific Literacy: A Conceptual Overview, **Science Education**, Rondebosch, Africa do Sul, v.84, n.1, 71-94, 2000. Disponível em: http://www.chemistry.uoc.gr/eclass/modules/document/file.php/CHEM-UNDER130/Laugksch-2000-Science_Education.pdf. Acesso em: 12 mar. 2022.

LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. 5ª ed. Goiânia: Alternativa, 2004.

LIVIO, M. **Galileu e os negadores da ciência**. Tradução: Marina Vargas. 1. Ed. Rio de Janeiro: Record, 2021. Galileo and science deniers.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 144f. Tese (Mestrado em Educação) – Educação e Ciência, Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/79312/161264.pdf?sequence>. Acesso em 26 de abr. 2022.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 3, p. 45-61, 2001. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030104>. Acesso em: 10 jan. 2022.

LÖWY, M. **Ideologias e ciência Social: elementos para uma análise marxista**. 20 ed. São Paulo: Cortez, 2015.

MARCUSE, H. **A Ideologia da Sociedade Industrial: O Homem Unidimensional**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

MATOS, M. **Custo Amazônico: conquista histórica durante reunião do CONIF**. Instituto Federal do Tocantins. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Publicado: 25/06/2019, Última modificação: 25/06/2019. Disponível em: <http://www.ifto.edu.br/noticias/custo-amazonico-conquista-historica-durante-reuniao-do-conif>. Acesso em: 13 jan. 2022.

MEC. Instituições da Rede Federal. **Conheça as características das**

Instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica e a lista de suas unidades. [s.d.]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/instituicoes>. Acesso em: 24 fev. 2022.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; LORENZETTI L.; ALVES, J.de P. (Orgs). **Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências. Fundamentos e Práticas**. 1ª. ed. São Paulo: Livraria da Física. 2021

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P. Histórias e compreensões da alfabetização científica e tecnológica. In: MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; LORENZETTI L.; ALVES, J.de P. (Orgs). **Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências. Fundamentos e Práticas**. 1ª. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021. p. 47-71.

MILLER, J. D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus**, p. 29-48, 1983. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/20024852>. Acesso em 06 jan. 2022.

MINAYO, M. C. S. (Org.), DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Editora Vozes. 2011.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual: discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**. São Paulo, vol.32, nº 94, p. 73-80, Sep-Dec., 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 fev. 2022.

MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 273f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93822>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MUENCHEN, C.; AULER, D. Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000300010>. Acesso em: 18 jan. 2022.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação** Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcSrtHTb9c/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 18 maio 2021.

MÜNCHEN, S. **A inserção da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na formação inicial de professores de Química**. 148 f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Maria. 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/3557>. Acesso em: 10 abr. 2022

NEDER, R.T. (Orgs). **A Teoria Crítica de Andrew Feenberg: Racionalização Democrática, Poder e Tecnologia**. Brasília: UnB, 2013.

NOGUEIRA, M.A.; CATANI, A. (Orgs). **Escritos da Educação**. Petrópolis: Editora Vozes, 2008.

OLIVEIRA, M.S.C.; TAVARES, C.D.A. Uma Abordagem da Disciplina de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no Ensino Superior. In: **12 SIMPEQUI - Simpósio Brasileiro de Educação Química**. Fortaleza, 2014. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/90/4243-10984.html>. Acesso em 25 maio de 2022.

ONS - Operado do Sistema Elétrico. Indicadores de Desempenho do SIN - **Número de Perturbações Ocorridas na Rede Básica**, 2022. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/qualidade-do-suprimento-paineis.aspx>. Acesso em: 15 jan. 2022.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. **Histórico da pandemia de COVID-19**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 22 jan. 2022.

PALACIOS, E. M. G.; VON LINSINGEN, I. (Ed.); CEREZO, J. A. L.; GALBARTE, J. C. G.; LUJÁN, J. L.; PEREIRA, L. T. V. (Ed.), GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; VALDÉS, C.; BAZZO, W. A. (Ed.). **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2003. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/disciplinas/ciencia->

tecnologia-e-sociedade-especializacao-em-educacao/livro-introducao-aos-estudos-cts/view. Acesso em: 05 de jan. 2022.

PASTERNAK, N.; ORSI, C. **Ciência no cotidiano: Viva a razão. Abaixo a ignorância**. 1ª edição. São Paulo: Editora Contexto, 2020.

PASTERNAK, N.; ORSI, C. **Contra a realidade: A negação da Ciência, suas causas e consequências**. 1ª edição. Campinas, Papirus 7 Mares.

PEREIRA, L. J. **Análise do papel do Orientador de Estudos no Pacto Nacional para o Fortalecimento do Ensino Médio: entre formar, orientar e avaliar**. 397 f. Tese (Doutorado em Educação). – Formação de Professores, Universidad Internacional Iberoamericana, México, 2021.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 13, n. 1, p. 71–84, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000100005>. Acesso em: 31 jan. 2022.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores**. Sevilha: Díada Editora, 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed. 2009.

PRUDÊNCIO, C. A. V. **Perspectiva CTS em estágios curriculares em espaços de divulgação científica: contributos para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia**. 149f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/2332>. Acesso em: 15 mar. 2022.

QUEIROGA, M. “Melhor perder a vida do que perder a liberdade”, diz Queiroga após não adotar passaporte da vacina. **UOL**. São Paulo, 2021. Disponível em https://cultura.uol.com.br/noticias/44760_melhor-perder-a-vida-do-que-perder-a-liberdade-diz-queiroga-apos-nao-adotar-passaporte-da-vacina.html. Acesso em: 03 fev. 2022.

SÁ, C. S. D. S.; SANTOS, W. L. P. Constituição de identidades em um curso de licenciatura em química. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22 n. 69, 315-338. 2017. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782017226917>. Acesso em: 19 abr. 2022.

SACRISTAN, J.G. **O Currículo: uma Reflexão Sobre a Prática**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.

SAGAN, C. **Cosmos**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1980.

SAGAN, C. **Contato**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. Tradução: Rosaura Eichenberg. Editora Companhia das Letras, 1996.

SANTOS-PINTO, C. D. B.; MIRANDA, E. S.; OSORIO-DE-CASTRO, C. G. S. O “kit-covid” e o Programa Farmácia Popular do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.37, nº. 2, p. 1-5, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00348020>. Acesso em: 15 mar. 2022.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>. Acesso em: 31 mar. 2022.

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**, Santa Catarina, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170687>. Acesso em: 26 abr. 2022.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. *In*: SANTOS, W. L. P.; e AULER, D. (Orgs.). **CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas**. Brasília: Editora UnB, 2011. p. 21-39.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: Revista de educação em ciências e matemáticas**. Belém, v.9, nº.17, p. 49-62, jul.-dez. 2012. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v9i17.1647>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SANTOS, W. L. P. dos.; AULER, D. (Eds.). **CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, vol. 2, n. 2, dez., p. 1-23, 2000. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129518326002.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2022.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4º ed, Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445>. Acesso em: 18 fev. 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 24 mar. 2022.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. da. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Revista Tópicos Educacionais**. Pernambuco, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017. <https://doi.org/10.51359/2448-0215.2017.230486>. Acesso em: 17 abr. 2022.

SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunawich: Rutgers University Press, 1995.

SHELLEY, M. **Frankenstein ou o Prometeu Moderno**. Tradução: Alexandre Barbosa de Souza. *Ebook Kindle*. Via Leitura, Edipro-Grupo Editorial. 2020.

SHEN, B. S. P. Views: Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. **American scientist, JSTOR**, v. 63, n. 3, p. 265-268, 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/27845461>. Acesso em: 19 mar. 2022.

SILVA, E. L. da; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, p. 65-83, 2015. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010005>. Acesso em: 21 fev. 2022.

SILVA, M. R. **Currículo e competências: a formação administrada**. São Paulo: Cortez, 2008.

SILVA, T. T. da. **O currículo como fetiche: a poética e a política do texto curricular**. Autêntica Editora, 1999.

SOPRESO, T. P. **Energia nuclear mediante o enfoque ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de física**. 228f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação, Campinas, 2013.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017. <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>. Acesso em: 15 abr. 2022.

TOLEDO, C. E. R. **Perfil dos Estudos CTS no Brasil a partir de teses publicadas nas áreas de ensino e educação**. 208f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica, Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2017.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F.; CRAVALHO, A.M.P. de. (Coord.). **Ensino De Ciência**. 1ª ed. Coleção Ideias em Ação. São Paulo: Cengage Learning BR. 2017

UNESCO. Ciência para o Século XXI: uma nova visão e uma estrutura operacional. *In: UNESCO A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação*. Brasília: UNESCO, ABIPTI, 2003. p. 11-24. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000207.pdf>. Acesso em: 23 maio 2022.

VEIGA, I. P. A. (Org). **Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível**. 23ª. ed, Campinas: Papiros Editora, 2007.

VILCHES, A.; FURIÓ, C. Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. **Biblioteca Digital da OEI**, 1999. Disponível em: <http://www.ugr.es/~zink/mono/VilchesEducacionCTS1999.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**. Bauru, v. 1, n. esp., nov. 2007. Disponível em: <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/2/23/Irlan.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2022.

WALLACE, Rob. **Pandemia e agronegócio: doenças infecciosas, capitalismo e ciência**. Tradução: Allan Rodrigo de Campos Silva. Editora Elefante & Igrá Kniga, São Paulo, 2020.

WINNER, L. (1987). **La ballena y el reactor: un búsqueda de los limites en la era de la alta tecnologia**. Barcelona: Gedisa.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução de: ROSA, E. de F., Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZUCCO, C. A graduação em química: um novo químico para uma nova era. **Química Nova**, São Paulo, vol. 28, Suplemento, p. S11-S13, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000700003>. Acesso em: 10 abr. 2022.

APÊNDICE 1

QUADRO 1- DISCIPLINAS CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ÁREA	DISCIPLINAS	CH	Ementa “CTS”
Básico	Álgebra linear	60	-
	Bioquímica	60	-
	Cálculo	60	-
	Estatística	60	-
	Física I	60	-
	Física II	60	-
	Física III	60	-
	Fundamentos de Matemática	60	-
	Informática	45	-
	Metodologia Científica	30	-
	Português Instrumental	60	-
Pedagógica	Currículo e Gestão Escolar	60	-
	Didática Aplicada ao Ensino de Química	45	Explícito
	Didática Geral	60	-
	Educação Inclusiva	60	-
	Estrutura e Funcionamento da Educação Básica	60	-
	Filosofia da Educação	45	-
	História da Química	30	Implícita
	Instrumentação para o Ensino de Química I	30	Implícita
	Instrumentação para o Ensino de Química II	30	Implícita
	Instrumentação para o Ensino de Química III	30	-
	Introdução à Educação	30	-
	Investigação e Prática Pedagógica	60	-
	Metodologia do ensino de química I	45	Implícita
	Metodologia do ensino de química II	45	Explícito
	Pesquisa Orientada em Ensino de Química II	30	-
	Pesquisa Orientada em Ensino de Química III	30	-
	Pesquisa Orientada no Ensino de Química I	30	-
	Psicologia da Educação	45	-
	Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem	45	-
	Sociologia da Educação	45	-
Específica	Físico-Química e Experimental I	75	-
	Físico-Química e Experimental II	75	-
	Fundamentos de Laboratório	30	-
	Fundamentos de Química I	60	-
	Fundamentos de Química II	60	-
	Fundamentos de Química III	60	-
	Métodos de Análise Instrumental	45	-
	Química Ambiental	60	-
	Química Analítica Qualitativa e Experimental	75	-
	Química Analítica Quantitativa e Experimental	75	-
	Química Geral	60	-
	Química Geral Experimental	30	-
	Química Inorgânica e Experimental I	75	-
	Química Inorgânica e Experimental II	75	-
	Química Orgânica Experimental	30	-
	Química Orgânica I	60	-

FONTE: Adaptado do PPC Lic. Química (IFAC-PPC, 2019).

APÊNDICE 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

- a) Você, discente do 5º período do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Acre - IFAC - campus Xapuri, está sendo convidado a participar de uma pesquisa referente a tese de doutoramento intitulada “Estudos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) na formação inicial docente: uma experiência disciplinar”. É através das pesquisas em educação que ocorrem avanços importantes em todas as áreas do conhecimento, e sua participação é fundamental.
- b) O objetivo desta pesquisa é investigar e analisar, junto aos licenciandos do referido curso, o desenvolvimento de um modelo didático referenciado nos pressupostos da educação CTS, avaliando possíveis impactos da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), formação cidadã e ressignificação das concepções de ciência e de tecnologia desses sujeitos.
- c) Caso você participe da pesquisa, será necessário permitir o acesso a registros construídos, em sala de aula, ao longo da disciplina de Física II. Tais registros se referem a transcrição de questionários, entrevistas e atividades didáticas diversificadas como seminários e experimentos de física.
- d) Os riscos que envolvem os procedimentos de pesquisa, serão mínimos por envolver apenas a produção e análise de material didático sobre o tema pesquisado.
- e) A pesquisa acontecerá, a priori, nos momentos destinados a disciplina de Física II, nas aulas previamente agendadas, segundas-feiras (3 aulas – 150 minutos) e quarta-feira (1 aula – 50 minutos) durante o I semestre de 2020, na sala nº 4 do IFAC-campus Xapuri.
- f) Os benefícios esperados desta pesquisa são: (1) contribuições no campo de estudos CTS; (2) diagnosticar potencialidades e obstáculos na formação inicial de professores de ciências com a adoção dos estudos CTS; (3) investigação da alfabetização científica e tecnológica durante o processo de formação disciplinar;
- g) O pesquisador Sérgio Luiz Pereira Nunes, docente EBTT - área de Física, graduado em Licenciatura em Física (UFPEL) com mestrado em Educação (UFPEL) e doutorando em Educação pelo *dinter* UFPR/UFAC, disponibiliza o celular (68) 99962-1879 e o e-mail sergio.nunes@ifac.edu.br, como meios de contato a fim de esclarecer eventuais dúvidas a respeito da sua participação.
- h) Estão garantidas todas as informações que você queira, antes, durante e depois do estudo.
- i) A sua participação neste estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa, poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.
- j) Os áudios das aulas gravadas, respeitarão completamente o seu anonimato. Tão logo a pesquisa termine, as fitas serão desgravadas.
- k) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete meus estudos na disciplina de Física II.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

_____ Xapuri-AC, 02 de março de 2020.
(Assinatura do sujeito de pesquisa)

Professor Responsável pela Pesquisa
Sérgio Luiz Pereira Nunes
Docente EBTT / Física - SIAPE: 1424861

APÊNDICE 3

QUESTIONÁRIO INICIAL SD IDEIAS PREVIAS DE FÍSICA – QISDIPF

- 1) Com relação as grandezas físicas listadas abaixo, complete a tabela abaixo.

	Grandeza Física	Unidade no S.I.	O que você entende
a	Corrente Elétrica		
b	Resistência Elétrica		
c	Tensão Elétrica		
d	Potência Elétrica		
e	Energia Elétrica		

- 2) Faça uma representação esquemática das linhas de campo (direção e sentido)

Monopolo Elétrico	Dipolo Elétrico	Dipolo Magnético
		
		

- 3) Escreva a expressão matemática da lei física e descreva seus termos

Lei	Expressão	Descrição dos termos
a	Ohm	
b	Coulomb	
c	Faraday-Lenz	

- 4) O que é o experimento de OERSTED? Qual a sua importância?
- 5) Explique o princípio de funcionamento do gerador elétrico usado nas hidrelétricas.
- 6) Qual é a unidade usual de energia elétrica que consta em sua conta de energia elétrica.
- 7) Escreva uma expressão matemática que permita avaliar as variáveis envolvidas no consumo de energia elétrica em sua residência.

QUESTIONARIO INICIAL SD RELAÇÕES CTS – QISDRCTS

- 1) Você sabe identificar como funciona a matriz elétrica que abastece o Acre e especificamente o município de Xapuri? Explique.
- 2) Você sabe estimar se o que você paga na conta de energia elétrica é compatível com o seu consumo de energia elétrica? Explique.
- 3) Você sabe como é composta a tributação da conta de energia que você paga? Cite alguns itens que a compõem?
- 4) Você consegue identificar aspectos que contribuem para as interrupções e oscilações na rede elétrica em Xapuri-AC?
- 5) Cite aspectos que podem caracterizar prejuízos e/ou riscos a população mediante um abastecimento precário de energia elétrica.
- 6) Considere a afirmação a seguir: “A construção de uma hidrelétrica (UHE) e sua operação estão orientadas exclusivamente para o benefício da população considerando os devidos impactos ao meio ambiente”. Você: concorda, discorda ou parcialmente. Justifique
- 7) Qual é o nome da bacia hidrográfica a qual o estado do Acre faz parte? Caracterize sua estrutura do ponto de vista de potencial hidrelétrico?
- 8) Quais são os problemas sócio ambientais relacionados as usinas hidrelétricas?

APÊNDICE 4

ATIVIDADE FINAL INDIVIDUAL DA SD

CONSTRUÇÃO DE INFOGRÁFICO - AFISDINF

Cada aluno(a) deve construir um INFOGRÁFICO sobre a sequência didática desenvolvida na disciplina de Física II, que envolveu o problema de geração, de transmissão, de distribuição e de consumo de energia elétrica para o estado do Acre, em especial o município de Xapuri. O INFOGRAFICO deve conter informações desde a geração até o consumo, passando pela transmissão e distribuição da energia, o Sistema Elétrico de Potência - SEP, elementos do Sistema Elétrico de Consumo – SEC relativos ao município de Xapuri, destacando aspectos técnicos e socioambientais, bem como as possíveis soluções para o município de Xapuri.

O que é um infográfico? É a união entre textos e imagens gráficas proporcionando ao leitor uma melhor compreensão e visualização do conteúdo. Muitas pessoas acham que os infográficos são algo novo, ou recente. Mas na realidade em 1510, oficialmente, Leonardo da Vinci criou o primeiro infográfico sobre o estudo dos embriões, onde descreveu em mínimos detalhes seus conhecimentos sobre os embriões juntamente com conteúdo gráfico.

	<u>EPE – Exemplos de Infográficos</u>
---	--

APÊNDICE 5

ATIVIDADE FINAL COLETIVA - AFCSD

Produção Textual: e-mail Energisa - AFCSD01

Conforme proposta da turma, os respectivos alunos devem construir coletivamente um texto, no formato de e-mail, para remeter à ouvidoria da distribuidora de energia elétrica no Acre (ENERGISA), questionando as reais condições de enfrentar um “Blecaute” no sistema elétrico nos moldes do que aconteceu no estado do Amapá.

Produção Textual: e-mail Gabinete Prefeito de Xapuri-AC - AFCSD02

Conforme proposta da turma, os respectivos alunos devem construir coletivamente um texto, no formato de e-mail, para remeter ao excelentíssimo prefeito do município de Xapuri, solicitando informações sobre a COSIP e sugerindo melhor a transparência de sua utilização.

APÊNDICE 6

AVALIAÇÃO DA SD – ASD

Prezados Alunos: Para que este projeto seja concluído com sucesso, a sua colaboração no questionário a seguir é absolutamente imprescindível. O preenchimento é muito simples, não há respostas erradas. O tempo de duração média para responder o questionário está estimado entre 30 e 60 minutos. Os dados recolhidos serão mantidos no anonimato e apenas utilizados para o fim da pesquisa. Responda cada questão, da forma que mais lhe parecer adequada, justificando-a.

Questionário Relações CTS - ASD-RCTS

- 1) Na sua opinião, a composição da matriz energética brasileira obedece a critérios puramente técnicos em prol da população e observando impactos socioambientais?
- 2) Quais são os caminhos/canais para a população se fazer ouvir na condição de consumidora dos serviços de distribuição de energia elétrica?
- 3) Após o estudo, você pensa ter alguma atitude diferente na condição de cidadão consumidor de energia elétrica?
- 4) O que pode ser feito no município de Xapuri-AC para expandir a distribuição de energia elétrica e reduzir custos com garantia de segurança aos cidadãos?
- 5) Você entendeu como funciona a COSIP no município de Xapuri? Concorde com a forma atual?

Questionário PIP e Natureza da Ciência - AVPIP-NdC

- 1) O que você considera que aprendeu?
- 2) A sua visão de ciência sofreu alguma alteração?
- 3) A sua percepção de tecnologia sofreu alguma alteração?
- 4) Existe algum aspecto da história da ciência que você gostaria de destacar como importante em nosso estudo?
- 5) Dos vários cientistas citados, qual foi o que mais chamou sua atenção? Por quê?

Avaliação da Pesquisa de Intervenção Pedagógica Sequência Didática - AVPIP-SD

- 1) Você já teve alguma experiência em outra disciplina do curso, desenvolvida através de temática conforme trabalhamos em Física II?
- 2) Quais aspectos da metodologia aplicada na sequência didática você identifica como:
 - (a) Positivo;
 - (b) Negativo:
- 3) Você entende que a metodologia utilizada através de uma investigação temática trouxe contribuição significativa na sua formação de professor em química?
- 4) As tarefas coletivas socializadas no “Google doc”, que potencialmente poderiam ajudar a todos, não foram executadas a contento. Houve pouca participação. A que você atribui esse fato?
- 5) Que sugestões você daria no sentido de qualificar essa didática.
- 6) Como professor em formação inicial, o que mais chamou a sua atenção em todo esse processo?

APÊNDICE 7

MATERIAL DIDÁTICO DA SD

Aula	Material Didático	Formato
01	Energiza assume Energia no Acre	GIF
	USP – Energia: o que é energia? (Vídeo 12' 41")	
	Como funciona uma usina Hidrelétrica (vídeo 3' 47")	
	Transformações de energia numa hidrelétrica	
	A Razão Das Hidrelétricas Luiz Pinguelli Rosa	
	O Futuro Da Energia No Retrovisor Marcelo Furtado	
	Energia no Parque de Skate	
02	Impactos das UHE do Madeira e Belo Monte (vídeo 8' 48")	PhET
	Impactados (vídeo 9' 48")	
	Mapa Do Conflito: Linha de transmissão de Tucuruí (PA)	
	Mapa De Conflitos: Hidrelétricas no rio Madeira (RO)	
	Mapa Do Conflito: complexo hidrelétrico de Belo Monte (PA)	
	O Sistema Interligado Nacional – SIN (vídeo 05' 00")	
	Operador Nacional Sistema-ONS	
	EPE – usinas operação isoladas do Acre (p. 11- 17)	
03	História de Michael Faraday (vídeo 14' 52")	PhET
	Michael Faraday o cara do eletromagnetismo (vídeo 05' 54")	
	Biografia de Faraday – G. História, Teoria e Ensino de Ciências - GHTC	
	Carga Elétrica e Campo Elétrico	
	Imãs em Barras e Eletroímãs	
	Lei de Faraday	
	Laboratório de Eletromagnetismo	
04	Experiência de Faraday I (Vídeo: 09' 35")	PhET
	Transformadores, relação de tensão (Vídeo: 06' 22")	
	O que é SEP e SEC no sistema Elétrico? (Vídeo 05' 00")	
	Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. (Vídeo 10' 13")	
	Faixa de Servidão (Vídeo 5' 32")	
	Sentido da corrente elétrica	
	Simulador Interativo da 1ª Lei de Ohm	
	Simulador Interativo da 2ª Lei de Ohm	
	O que é Potência Elétrica (vídeo 08' 31")	
05	PROCON notifica por aumento na conta de energia 02/10/2019	PhET
	Energiza assume no Acre 25/09/2019	
	Apagão no Amapá: lições de uma tragédia 12/11/2020	
	Acidentes elétricos causam 622 óbitos em 2018	
	KIT de construção de circuito- Lab. Virtual DC	
	ANEEL- Agencia Nacional de Energia Elétrica	
	Potência Elétrica no “ar condicionado” (vídeo 07' 58")	
06	Efeito Fotoelétrico	PhET
	Sistema <i>On Grid</i> (vídeo 01' 42")	
	Sistema <i>On Grid</i> (vídeo 03' 04")	
	USP- Usina de Energia Solar (vídeo 02' 14")	
BIBLIOGRAFIA BÁSICA		
VIANNA, D. et al., Temas para o Ensino de Física com Abordagem CTS . 1. ed. – RJ: Bookmakers, 2012		
DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos . São Paulo: Cortês, 2002		
SAMPAIO; CALÇADA. Universo da Física . 2 e 3. Ed. São Paulo: Atual, 2005		

APÊNDICE 8
LISTA DE CÓDIGOS NO ATLAS.ti

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ACT - GI.INF	Grupo de Indicadores: Informação
ACT - GI.RLP	Grupo de Indicadores: Raciocínio Lógico e Proporcional
ACT - GI.HIP	Grupo de Indicadores: Hipóteses
AIPP	Agente Interinstitucional Público Privado
AIPP1 - ANA	Agência Nacional de Águas
AIPP2 - ANAEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AIPP3 - ELETRONORTE	Empresa Estatal Centrais Elétricas do Norte
AIPP4 - ENERGISA	Empresa Privada Grupo Energiza S.A.
AIPP5 - MME	Ministério de Minas e Energia
AIPP6 - ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ISA	Impacto Socioambientais
ISA - CEE	Coeficiente de Eficiência Energética
ISA - FAF	Fauna e Flora
ISA - FSV	Faixa de Servidão
ISA - PRB	População Ribeirinha
ISA - QUE	Queimadas
FPRB	Fator Perturbação Rede Básica
FPRB - LT.VEG	LT Vegetação
FPRB - LT.QUE	LT Queimadas
FPRB - LT.MET	LT Meteorológicas
FPRB - LT.HUM	LT Humano
FPRB - SE	Subestação
LD – LT	Linha de Distribuição - Linha de Transmissão
LD – XP	Linha de Distribuição Xapuri (AC)
LT1 - SIN-PV(RO)	LT1 - Sistema Interligado Nacional a Porto Velho (RO)
LT2 - PV-AB(RO)	LT2 - Porto Velho (RO) a Abunã (RO)
LT3 - AB-RB(AC)	LT3 - Abunã(RO) a Rio Branco (AC)
LT4 - RB-EP(AC)	LT4 - Rio Branco (AC) a Eptaciolândia (AC)
LT5 - SP-XP(AC)	LT5 - Eptaciolândia (AC) a Xapuri (AC)
ME – UG	Matriz Elétrica – Unidades Geradoras
UG - BIOMASSA	UG - Biomassa
UG - EÓLICA	UG - Eólica
UG - FOTOVOLTAICA	UG - Fotovoltaica
UG - NUCLEAR	UG - Nuclear
UG - SI	UG - Sistema Isolado
UG - TERMELETRICA	UG - Termelétrica
UG - UHE	UG - UHE
SE	Sub Estação
SE1 - PV (RO)	SB - Porto Velho (RO)
SE2 - AB (RB)	SB - Abunã (RO)
SE3 - RB (AC)	SB - Rio Branco (AC)
SE4 - EP (AC)	SB - Eptaciolândia (AC)
SE5 - XP (AC)	SB - Xapuri (AC)
TFEETR	TariFa Energia Elétrica Tributos
TFEETR - PIS/COFINS	Gov. Federal
TFEETR - ICMS	Gov. Estadual
TFEETR - COSIP	Gov. Municipal - Contribuição do Serviço de Iluminação Pública
MLD	Modelo Linear de Desenvolvimento
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SIN	Sistema Interligado Nacional
TRAFO e UC	Transformador e Unidade de Consumo

FONTE: O autor (2022).