

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

RONI FRANÇA SILVA

FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NO PROGRAMA DE
RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA PARA A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO CTSA
(CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE)

JATAÍ
2024

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Roni França Silva

Matrícula: 20231020280078

Título do Trabalho: FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NO PROGRAMA DE RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA PARA A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE)

Autorização - Marque uma das opções

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
 Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí,
Local

30/09/2024
Data



Documento assinado digitalmente

RONI FRANÇA SILVA

Data: 30/09/2024 10:54:28-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

RONI FRANÇA SILVA

**FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NO PROGRAMA DE
RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA PARA A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO CTSA
(CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de pesquisa: Organização escolar, formação docente e Educação para Ciências e Matemática

Sublinha de pesquisa: Políticas e Gestão da Educação e da Sala de Aula

Orientadora: Dra. Rosenilde Nogueira Paniago

JATAÍ

2024

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Silva, Roni França.

Formação inicial de professores de Ciências no programa de residência pedagógica para a mobilização da educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) [manuscrito] / Roni França Silva. - 2024.

176 f.; il.

Orientadora: Profa. Dra. Rosenilde Nogueira Paniago.

Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2024.

Bibliografias.


Apêndices.

1. Alfabetização científica. 2. C&T. 3. CTSA. 4. Educação científica. 5. Ensino de Ciências. 6. Residência pedagógica. I. Paniago, Rosenilde Nogueira. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

RONI FRANÇA SILVA


**FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NO PROGRAMA DE
RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA PARA A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO CTSA
(CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática, defendida e aprovada, em 26 de setembro de 2024, pela banca examinadora constituída por: **Profa. Dra. Rosenilde Nogueira Paniago** - Presidente da banca/Orientadora - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano); **Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva** - Membro interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), e **Prof. Dr. Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa** - Membro externo - Universidade do Minho (Uminho). A sessão de defesa foi devidamente registrada em ata que depois de assinada foi arquivada no dossiê do estudante.

Documento assinado digitalmente
 **ROSENILDE NOGUEIRA PANIAGO**
Data: 30/09/2024 16:08:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)

Prof.^a Dra. Rosenilde Nogueira Paniago
Presidente da Banca (Orientadora – IF Goiano)

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS CEZAR DA SILVA**
Data: 30/09/2024 21:08:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva
Membro interno (IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa
Membro externo (Uminho)

Assinado por: **Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa**
Num. de Identificação: 06299609
Data: 2024.09.30 19:55:32+01'00'

Dedico aos meus pais, Vaguinês Pereira da Silva e Olisboeta de França Silva. Eles, que antes mesmo de a ciência me explicar alguns fenômenos do dia a dia, já os compreendia e me ensinava, mesmo sem estudo formal, mas com imensa sabedoria. De todos os saberes que possuo, aqueles que me foram transmitidos por vocês são os que mais me prepararam para a vida. Sou eternamente grato por tudo o que fizeram e continuam a fazer por mim.

AGRADECIMENTOS

Utilizo este espaço para expressar minha sincera gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Em primeiro lugar, agradeço profundamente aos meus familiares, especialmente aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a buscar cada vez mais conhecimento. Vocês foram a base sobre a qual construí essa trajetória.

Aos amigos da turma PPGECM 2023, registro os agradecimentos pelos momentos de descontração, troca e partilha de saberes e angústias. Vocês foram companheiros fundamentais nessa jornada, e os laços que criamos durante este período serão sempre lembrados com carinho.

Deixo aqui também meus agradecimentos ao Filipe Manoel da Silva, que foi essencial na gravação e edição das videoaulas que compõem o Produto Educacional desenvolvido. Seu companheirismo e apoio ao longo de todos esses anos de estudo foram inestimáveis. Este trabalho não seria possível sem sua ajuda e dedicação.

Ao Sr. Valdir Merib, um amigo que o mestrado me presenteou, minha mais profunda gratidão. Sem sua generosidade em me oferecer carona para as aulas presenciais em Jataí, não sei se teria conseguido finalizar o curso. Além disso, sua presença constante e apoio foram verdadeiros pilares para mim. O senhor tem minha eterna admiração e gratidão.

Aos membros da minha banca de qualificação e defesa, professor Carlos Cezar da Silva e Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa, gostaria de expressar minha imensa gratidão. Suas contribuições trouxeram uma consistência vital para este trabalho. Professor Manuel, seu compromisso e dedicação, mesmo estando do outro lado do Atlântico, foram fundamentais para o aprimoramento desta dissertação. Este trabalho não seria o mesmo sem a presença e o olhar atento de ambos.

Por fim, à minha orientadora, professora Rosenilde Nogueira Paniago, meu mais sincero e profundo agradecimento. A senhora, um ser de luz que o destino colocou em meu caminho, guiou-me com sabedoria e paciência pelos caminhos da pesquisa, transformando-me em um professor pesquisador. Sua dedicação, profissionalismo e humanidade são qualidades que admiro imensamente. Agradeço por ter acreditado em meu potencial e por ter estado ao meu lado nos momentos mais decisivos desta caminhada. Este trabalho é, em grande parte, reflexo do apoio e orientação que recebi da senhora. Obrigado por acreditar em mim e por estar ao meu lado nesta jornada desafiadora e gratificante.

Há, aqui, um convite à rebeldia. Um ensino mais político não se anuncia, se faz. Ele ocorre quando mostramos a serviço de quem está a Ciência que nós ensinamos. Ele acontece quando nós delimitamos espaços e fazemos ocupações. Quando caracterizamos e marcamos o lado no qual nós estamos.

(CHASSOT, Attico, 2018, p. 135)

RESUMO

SILVA, Roni França. **Formação Inicial de Professores de Ciências no Programa de Residência Pedagógica para a Mobilização da Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)**. 2024. Dissertação. Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática – Instituto Federal de Goiás, Jataí, 2024.

Esta dissertação apresenta uma pesquisa cujo objeto de estudo é a formação inicial de professores de Ciências para a educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), no âmbito do Programa de Residência Pedagógica (PRP). A formação de professores para essa abordagem curricular é importante porque estudos vêm sinalizando a existência de percepções simplistas sobre a natureza da ciência e da tecnologia entre os profissionais docentes, além de o ensino nessa perspectiva ser uma forma de promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos estudantes, que é um dos principais objetivos do ensino de Ciências. Assim, o objetivo geral do estudo é contribuir com a formação inicial de futuros professores de Ciências para a mobilização da Educação CTSA. De abordagem metodológica qualitativa, na fase inicial da pesquisa foram conduzidas entrevistas narrativas com cinco professores de Ciências em formação inicial, participantes do PRP. Em seguida, um material didático formativo (Produto Educacional - PE) foi desenvolvido e avaliado por meio de um curso de formação de professores, tendo como público os mesmos residentes que participaram da entrevista inicial. Como procedimentos e instrumentos de coleta de dados durante a avaliação do material didático, foram utilizados o diário de campo do pesquisador, construído ao longo dos momentos do curso, e os portfólios com as narrativas dos participantes. Ao final, novas entrevistas foram conduzidas, permitindo que os residentes compartilhassem suas percepções sobre as principais contribuições do PE. A análise dos dados seguiu os princípios da análise de conteúdo. Na entrevista inicial, os dados apontaram lacunas nas percepções dos residentes acerca da natureza da ciência e da tecnologia, ACT, e CTSA, sendo indicativo de necessidades formativas. Em relação aos resultados obtidos com o desenvolvimento do PE, as contribuições foram evidentes na formação de professores para a educação CTSA, visto que os dados sinalizaram percepções adequadas sobre as relações CTSA, bem como visões mais realistas sobre a natureza da ciência e tecnologia. Também, observou-se a mobilização dos saberes adquiridos no processo, ao analisar a proposta didática com abordagem CTSA elaborada pelos residentes.

Palavras-chave: Alfabetização Científica; C&T; CTSA; Educação Científica; Ensino de Ciências; Residência Pedagógica.

ABSTRACT

SILVA, Roni França. **Formação Inicial de Professores de Ciências no Programa de Residência Pedagógica para a Mobilização da Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)**. 2024. Dissertação. Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática – Instituto Federal de Goiás, Jataí, 2024.

This dissertation presents research whose object of study is the initial training of science teachers for STSE (Science, Technology, Society, and Environment) education, within the scope of the Pedagogical Residency Program (PRP). Teacher training for this curricular approach is important because studies have been indicating the existence of simplistic perceptions about the nature of science and technology among teaching professionals, in addition to the fact that teaching from this perspective is a way to promote Scientific and Technological Literacy (STL) among students, which is one of the main objectives of science education. Thus, the general objective of the study is to contribute to the initial training of future science teachers for the mobilization of STSE Education. With a qualitative methodological approach, in the initial phase of the research, narrative interviews were conducted with five pre-service science teachers participating in the PRP. Subsequently, a formative teaching material (Educational Product - EP) was developed and evaluated through a teacher training course, aimed at the same residents who participated in the initial interview. As data collection procedures and instruments during the evaluation of the teaching material, the researcher's field journal, built throughout the course, and the participants' portfolios containing their narratives were used. At the end, new interviews were conducted, allowing the residents to share their perceptions about the main contributions of the EP. Data analysis followed the principles of content analysis. In the initial interview, the data revealed gaps in the residents' perceptions regarding the nature of science and technology, STL, and STSE, indicating formative needs. Regarding the results obtained from the development of the EP, the contributions were evident in teacher training for STSE education, as the data indicated appropriate perceptions about STSE relationships, as well as more realistic views on the nature of science and technology. Furthermore, the mobilization of knowledge acquired in the process was observed when analyzing the STSE -based didactic proposal developed by the residents.

Keywords: Scientific Literacy; S&T; STSE; Science Education; Science Teaching; Pedagogical Residency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Código QR para Acesso ao Perfil no <i>Instagram</i>	50
Figura 2 – <i>Print</i> da Tela dos <i>Slides</i> do Primeiro Encontro Síncrono	57
Figura 3 – <i>Print</i> da Tela dos <i>Slides</i> do Segundo Encontro Síncrono	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
C&T	Ciência e Tecnologia
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
IFG	Instituto Federal de Goiás
NdC	Natureza da Ciência
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Produto Educacional
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PRP	Programa Residência Pedagógica

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias de Análise	46
Quadro 2 – Os Participantes do Curso	48
Quadro 3 – Organização dos Momentos do Curso	50
Quadro 4 – Percepção Inicial de CTS/CTSA	59
Quadro 5 – Percepção Inicial de Educação/Ensino CTS/CTSA	60
Quadro 6 – Percepção Inicial de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)	61
Quadro 7 – Percepção Inicial sobre a Natureza da Ciência	62
Quadro 8 – Percepção Inicial sobre a Natureza da Tecnologia	64
Quadro 9 – Narrativas sobre o Campo CTSA	66
Quadro 10 – Narrativas sobre a Ciência enquanto Prática Social	69
Quadro 11 – Narrativas sobre a Tecnologia enquanto Prática Social	74
Quadro 12 – Narrativas sobre as Relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	78
Quadro 13 – Narrativas sobre a Educação e Ensino CTSA	83
Quadro 14 – Percepções dos Residentes sobre as Contribuições do Produto Educacional	90

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	19
2.1	Modelos de Formação de Professores	19
2.1.1	<i>A Racionalidade Técnica</i>	19
2.1.2	<i>A Racionalidade Prática</i>	21
2.1.3	<i>A Racionalidade Crítica</i>	23
2.2	A Formação Inicial dos Professores de Ciências	25
2.2.1	<i>A Formação de Professores de Ciências para a Mobilização da Educação CTSA e Educação Científica</i>	29
2.3	O Programa Residência Pedagógica como Política de Indução/Inserção Profissional e de Integração Universidade-Escola	34
3	CONSIDERAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS DA PESQUISA	41
3.1	Caracterização da Pesquisa	41
3.2	Procedimentos e Instrumentos de Coleta de Dados	42
3.3	Metodologia de Construção do Produto Educacional	44
3.4	A Análise de Dados	45
4	PRODUTO EDUCACIONAL: DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO	47
4.1	Os Participantes do Curso	48
4.2	Descrição dos Momentos do Curso	49
4.2.1	<i>Módulo 1</i>	51
4.2.2	<i>Módulo 2</i>	52
4.2.3	<i>Módulo 3</i>	53
4.2.4	<i>Módulo 4</i>	54
4.2.5	<i>Módulo 5</i>	55
4.2.6	<i>Primeiro Encontro Síncrono</i>	56
4.2.7	<i>Segundo Encontro Síncrono</i>	57
5	A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A EDUCAÇÃO CTSA: O QUE DIZEM OS DADOS?	59
5.1	Percepção Inicial dos Residentes sobre a Temática	59
5.2	Contribuições do Produto Educacional na Formação de Professores para a Mobilização da Educação CTSA	66
5.2.1	<i>Conhecendo o Campo CTSA</i>	66

5.2.2	<i>Entendendo a Ciência como Prática Social</i>	69
5.2.3	<i>Entendendo a Tecnologia como Prática Social</i>	73
5.2.4	<i>Visualizando Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente</i>	78
5.2.5	<i>Conhecendo a Educação e Ensino CTSA</i>	83
5.2.6	<i>Elaborando Proposta Didática com Abordagem CTSA</i>	88
5.2.7	<i>A Percepção dos Residentes sobre as Contribuições do Produto Educacional</i> ...	90
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	REFERÊNCIAS	97
	APÊNDICES	101
	ANEXOS	164

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação apresenta os resultados de uma pesquisa desenvolvida no contexto do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação para Ciências e Matemática, ofertado no Câmpus Jataí do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. O objeto de estudo é a formação inicial de professores para a educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). O estudo envolveu professores de Ciências em formação inicial, participantes do Programa Residência Pedagógica (PRP), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Inicialmente, é importante esclarecer que a motivação para o desenvolvimento deste estudo surgiu a partir de inquietações relacionadas à minha prática profissional como professor e pesquisador, especificamente na observação do itinerário formativo vivenciado pelos professores em formação inicial no âmbito do Programa de Residência Pedagógica (PRP). Este programa, consistiu em uma política pública embrionária e foi criado com o objetivo de aprimorar a formação inicial de professores da educação básica por meio do fomento a projetos institucionais de residência pedagógica em cursos de licenciatura (Brasil, 2022).

Como preceptor¹, pude acompanhar todo o itinerário formativo, que vai desde a elaboração de diagnósticos nas escolas, passando pela elaboração de planejamentos, até o desenvolvimento de regências e projetos de ensino. Nesse processo, especialmente no acompanhamento das regências desenvolvidas por eles no componente curricular Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental, constatei necessidades formativas que são essenciais para um ensino de Ciências que vá além da simples transmissão de conceitos científicos.

Além disso, em consideração aos vários estudos – objetos de discussão em páginas seguintes deste texto, tais como Vieira (2003); Vázquez *et al.* (2011); Deconto, Cavalcanti e Ostermann (2017) –, que vêm sinalizando a existência de percepções simplistas sobre a natureza da Ciência (NdC) e da Tecnologia por parte de muitos professores que ensinam Ciências, havendo uma clara indicação da necessidade de formação.

Com efeito, a formação de professores é um assunto largamente discutido na atualidade, tendo em vista a importância atribuída a esses profissionais na formação dos cidadãos. Por certo, a busca pela melhoria na qualidade educacional é permeada de desafios, e, sem dúvida, muitos desses desafios residem na formação inicial de professores para a Educação Básica.

¹ Professor da escola de educação básica responsável por acompanhar e orientar os residentes nas atividades desenvolvidas na escola-campo.

Nesse sentido, chamando a atenção para a importância da formação de professores para uma sociedade em constante transformação, com aceleradas mudanças sociais, culturais, ambientais, políticas, tecnológicas e científicas, Paniago (2017) considera que, apesar das rápidas mudanças na sociedade, essas transformações são pouco percebidas nas instituições educativas, as quais continuam apresentando resultados preocupantes. A autora assevera, também, que os professores ainda baseiam suas práticas no modo como foram ensinados, valorizando um processo formativo focado na reprodução de conhecimentos, sem contextualização com o meio do aluno e sem a possibilidade de (re)construção de conhecimentos. Assim, partindo dessa premissa, depreende-se a urgente necessidade de voltar as atenções para uma formação docente que capacite os professores a promoverem uma educação que vá ao encontro das mudanças apontadas por Paniago (2017).

No que se refere à formação dos professores que ensinam Ciências, a crescente complexidade da sociedade contemporânea, marcada por avanços científicos e tecnológicos que impactam diretamente nossas vidas, exige uma formação docente capaz de preparar cidadãos críticos e participativos. Nesse contexto, a educação CTSA emerge como uma perspectiva essencial para o ensino de Ciências, pois promove a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, bem como a educação para a cidadania.

Por certo, a formação de professores é um pilar fundamental para a efetiva implementação da educação CTSA no ensino de Ciências. Afinal, são os docentes que traduzem os princípios e objetivos dessa perspectiva em práticas pedagógicas que estimulam o pensamento crítico, a participação cidadã e a compreensão das complexas relações que se estabelecem entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. No entanto, a mera transmissão de conteúdos científicos não é suficiente para alcançar esses objetivos. Além disso, é preciso que os professores compreendam a natureza da ciência e da tecnologia como construções sociais, influenciadas por valores, interesses, contextos históricos e culturais.

Nesse sentido, é fundamental que a formação docente em CTSA supere a racionalidade técnica, que vê os profissionais docentes como meros aplicadores de conhecimentos produzidos por outros. Essa perspectiva formativa não é suficiente para formar professores capazes de promover um ensino de Ciências contextualizado e crítico, que é condição para a educação CTSA. Como aponta Chrispino (2017), nessa perspectiva curricular, ao longo de sua formação, os estudantes devem desenvolver habilidades que lhes permitam analisar criticamente questões controversas relacionadas aos impactos sociais da ciência e da tecnologia, bem como à qualidade de vida em uma sociedade cada vez mais impregnada por esses empreendimentos

humanos. Para isso, é importante que os professores estejam preparados para lidar com a controvérsia, a incerteza e a pluralidade de pontos de vista que caracterizam essas questões.

Ademais, é importante também que a formação em CTSA estimule a pesquisa, a produção de conhecimento e a reflexão crítica sobre a própria prática docente. Como afirmam Santos e Mortimer (2002), a formação de professores em CTSA deve ser um processo contínuo, acompanhando tanto a evolução do conhecimento científico e tecnológico quanto as demandas da sociedade. Isso implica criar espaços de diálogo e colaboração entre professores, pesquisadores e outros atores sociais, como forma de promover a aprendizagem mútua e a construção de conhecimentos relevantes para a realidade local.

Por fim, é fundamental que a formação docente em CTSA seja contextualizada, levando em consideração as características socioculturais e econômicas da comunidade escolar. Como argumentam Auler e Delizoicov (2001), a educação CTSA deve ser adaptada às necessidades e interesses dos alunos, promovendo a participação ativa e a construção de conhecimentos significativos para suas vidas. Isso implica utilizar exemplos e situações-problema relevantes para o contexto local, como forma de estimular o interesse e a participação dos estudantes.

No entanto, a efetiva implementação da educação CTSA nas escolas ainda enfrenta desafios, incluindo a formação inicial de professores para que compreendam e mobilizem essa perspectiva em suas *práxis* pedagógicas. Diante do exposto, a seguinte indagação guiou o estudo: *Como contribuir para a formação inicial de professores pesquisadores para a mobilização da educação CTSA em suas práticas docentes?*

A fim de responder à questão de pesquisa, este estudo objetiva, de forma geral, contribuir com a formação inicial de futuros professores de Ciências para a mobilização da educação CTSA. Quanto aos objetivos específicos, têm-se: discutir elementos teórico-práticos sobre a formação de professores pesquisadores para a educação CTSA; elaborar e desenvolver produto educacional com vista a contribuir com a formação de professores para a educação CTSA no ensino de Ciências; analisar as contribuições do produto educacional na formação de professores para a mobilização da educação CTSA no contexto escolar.

Para atingir os objetivos e responder à questão de pesquisa proposta, apresenta-se, na segunda seção, um aporte teórico acerca de alguns paradigmas (modelos) de formação de professores. Também são apresentados pressupostos teóricos sobre a formação dos professores que ensinam Ciências, bem como discussões sobre a formação desses professores para a mobilização da educação CTSA e promoção da educação científica no contexto escolar. Por

fim, discute-se o Programa Residência Pedagógica (PRP) enquanto programa, política educacional de indução/inserção profissional e de integração universidade-escola.

Na terceira seção, é delineado o caminho metodológico seguido para conduzir a pesquisa, abrangendo sua definição, os métodos de coleta de dados e a estratégia de análise utilizada. É importante destacar que os dados analisados derivam de entrevistas narrativas realizadas com cinco professores de Ciências em formação inicial, das narrativas registradas pelos residentes em portfólios durante o percurso formativo e das minhas observações, enquanto pesquisador, registradas em um diário de campo ao longo do processo.

Na quarta seção, buscou-se caracterizar o produto educacional elaborado e avaliado durante o estudo, apresentando os participantes envolvidos, bem como a descrição dos eventos. A quinta seção, por sua vez, concentra-se nas categorias de análise que surgiram a partir dos dados coletados na fase inicial da pesquisa, obtidos por meio de entrevistas (categoria 1: Percepção inicial dos residentes sobre CTSA, Educação/Ensino CTSA, Alfabetização Científica e Tecnológica, e Natureza da Ciência e Tecnologia), além dos dados coletados ao longo do desenvolvimento do Produto Educacional, por meio de observações registradas em diários de campo e narrativas em portfólios construídos durante o processo (categoria 2: Contribuições do Produto Educacional na formação de professores para a mobilização da educação CTSA). Esta última categoria se desdobra em subcategorias, sendo elas: 1) Conhecendo o campo CTSA; 2) Entendendo a Ciência como prática social; 3) Entendendo a Tecnologia como prática social; 4) Visualizando as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; 5) Conhecendo a Educação e o Ensino CTSA; 6) Elaborando uma proposta didática com abordagem CTSA; e 7) Percepção dos residentes sobre as contribuições do Produto Educacional.

Por fim, a sexta e última seção deste trabalho apresenta as considerações finais. Nesta seção, evidencia-se como os objetivos propostos foram atingidos e o problema de pesquisa respondido.

2 A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Esta seção é composta por subseções. Na primeira, são apresentados alguns paradigmas (modelos) de formação de professores. Na segunda subseção, são discutidos os pressupostos teóricos sobre a formação de professores que ensinam Ciências, além de reflexões sobre a importância dessa formação para a mobilização da educação CTSA e a promoção da educação científica no contexto escolar. Por fim, na terceira subseção, aborda-se o Programa de Residência Pedagógica (PRP) como uma política educacional voltada para a indução e inserção profissional, além de sua função na integração entre universidade e escola.

É importante esclarecer que a discussão sobre os modelos de formação docente, assim como os pressupostos acerca da formação de professores que ensinam Ciências neste estudo, é fundamental para deixar clara a concepção formativa que sustenta a discussão teórica e prática sobre a formação inicial de professores.

2.1 Modelos de Formação de Professores

A formação de professores é um assunto largamente discutido, e, dentre muitos fatores, isso se deve, sobretudo, à necessidade de que esses profissionais estejam bem preparados para desempenhar seu papel na formação de cidadãos para uma sociedade em constante transformação. Logo, são várias as tendências formativas que permeiam o processo de formação de professores, e, acerca dessas tendências, Diniz-Pereira (2014) traz importantes contribuições ao apresentar três modelos de formação docente: racionalidade técnica, racionalidade prática e racionalidade crítica. O autor lembra que tais modelos e paradigmas têm orientado práticas e políticas de formação docente no Brasil e em vários outros países.

2.1.1 A Racionalidade Técnica

Diniz-Pereira (2014) aponta que a racionalidade técnica ainda é o modelo mais difundido de formação de professores e que, nesse modelo,

O professor é visto como um técnico, um especialista que rigorosamente põe em prática as regras científicas e/ou pedagógicas. Assim, para se preparar o profissional da educação, conteúdo científico e/ou pedagógico é necessário, o qual servirá de apoio para sua prática. Durante a prática, professores devem aplicar tais conhecimentos e habilidades científicos e/ou pedagógicos (Diniz-Pereira, 2014, p. 3).

De igual modo, Gatti *et al.* (2019, p. 181) afirmam que, nessa perspectiva, existe uma separação entre os pesquisadores/especialistas e os consumidores/executores. No primeiro caso, “produzem conhecimento e elaboram propostas, planos, programas e, no segundo, executam-se os conhecimentos e ações produzidos e planejados pelos pesquisadores/especialistas”.

Já Paniago (2017) alude que, nos cursos de formação docente perspectivados nesse modelo, as disciplinas específicas continuam precedendo as disciplinas de conteúdo pedagógico, havendo pouca articulação entre elas. Afirma ainda que não há conexão entre as práticas e saberes do curso de formação com a realidade da educação básica. A autora prossegue denunciando que, em muitas instituições de ensino superior, a licenciatura se assemelha aos cursos de bacharelado e que, no Estágio Curricular Supervisionado, que ocorre apenas ao final do curso, o professor em formação “se atém à aplicação de tais conhecimentos e habilidades científicas e pedagógicas às situações práticas de aula”, (Paniago, 2017, p. 24).

Gatti *et al.* (2019) corroboram com Paniago ao apontar que, nessa abordagem, a teoria é concebida como um conjunto de princípios gerais e conhecimentos científicos, enquanto a prática é entendida como a aplicação desses princípios e técnicas. Com efeito, nos programas de formação de professores, essa perspectiva resultou na divisão em duas partes distintas: na primeira, são abordadas as teorias e técnicas de ensino, apresentadas como conhecimentos científicos; na segunda etapa, os futuros professores colocam em prática essas teorias e técnicas, seja de maneira real ou simulada.

Sobre a racionalidade técnica ser ainda o modelo mais presente na formação docente, Diniz-Pereira (2014) nos lembra que Instituições internacionais de fomento, como o Banco Mundial, são as principais responsáveis por promover reformas conservadoras/neoliberais em programas de formação de professores, principalmente em países em desenvolvimento. Nas palavras de Diniz-Pereira, “o Banco Mundial tem sido um dos mais importantes veículos de divulgação da racionalidade técnica e científica em reformas educacionais e, mais especificamente, na formação de professores no mundo”, (Diniz-Pereira, 2014, p. 3).

Com efeito, em estudos recentes, Gatti e colaboradores (2019) preferem chamar essa tendência formativa de “modelo hegemônico de formação”, e que

As implicações dessa perspectiva para a educação dizem respeito especialmente ao reducionismo à dimensão técnica, especialmente no campo do currículo, da didática e da formação de professores. Existe uma ênfase nas questões de organização em que a ação pedagógica se reduz aos momentos de execução e avaliação do processo pedagógico, desconsiderando especialmente o contexto político, econômico e social da prática educativa. Defende-se uma educação neutra e desinteressada, que se preocupe apenas

com questões de ordem científica e com a melhor maneira de transmitir conhecimentos considerados inquestionáveis (Gatti *et al*, 2019, p. 181).

Por certo, é possível depreender dessa perspectiva formativa que a ênfase está na aplicação, pelo professor, de teorias ou técnicas elaboradas por especialistas. Os professores não são vistos como profissionalmente responsáveis por tomar decisões e emitir julgamentos em educação, mas sim pela eficiência com que implementam as decisões tomadas por teóricos educacionais”, (Diniz-Pereira, 2014, p. 2, *apud* de Carr e Kemmis, 1986).

Em síntese, finaliza-se a discussão acerca desse modelo de formação resgatando o que traz Paniago (2017, p. 26) quando afirma que uma educação nos pressupostos da racionalidade técnica tende a formar "pessoas acríticas, sem iniciativa e com baixo compromisso social", e que esse modelo formativo "não mais serve para o momento atual em que os avanços conclamam outro profissional – que mobilize vários saberes para enfrentar as diferentes situações do cotidiano escolar". Também é destacada a importante contribuição de Gatti *et al*. (2019) quando afirmam que, no momento em que a docência se limita à dimensão técnica, a responsabilidade do professor se resume a implementar métodos e técnicas para alcançar resultados, deixando de incluir em sua prática profissional a reflexão sobre as intenções subjacentes ao processo de ensino-aprendizagem.

2.1.2 A Racionalidade Prática

Outro modelo de formação docente se refere à racionalidade prática, também chamada de epistemologia da prática. Este modelo avança em relação ao anterior, por considerar os professores como produtores de conhecimento a partir de sua prática. Essa perspectiva formativa teve como um de seus principais expoentes Donald Schön (1930-1997), que acreditava no valor epistemológico da prática, chamando a atenção para a valorização do conhecimento que emerge da prática refletida. Schön defendia que os profissionais não apenas sigam as aplicações rotineiras de regras e processos já conhecidos, mas também respondam a questões novas e problemáticas por meio da concepção de novos saberes (Schön, 1983).

Diniz-Pereira (2014, p. 4), referindo-se aos estudos de Carr e Kemmis (1986), lembra que a visão prática encara a educação como um processo complexo, "modificado à luz das circunstâncias", que só podem ser guiadas por decisões sábias tomadas pelos profissionais, baseadas em sua reflexão sobre a prática. A realidade educacional é tão fluida e reflexiva que não permite uma sistematização puramente técnica, mas exige uma abordagem adaptável e

contextualizada, em que a experiência e a reflexão são fundamentais para guiar as ações e decisões dos profissionais da educação.

Fazendo referência a Contreras (2002), Paniago (2017, p. 28) lembra que, para este autor, o ensino vai além da simples aplicação de técnicas, uma vez que a prática educativa envolve lidar com uma variedade de situações complexas, influenciadas por diversos fatores que não podem ser resolvidos apenas por meio de técnicas preestabelecidas. Dessa forma, chama a atenção para a limitação do modelo de racionalidade técnica em lidar com imprevisibilidades e incertezas, enfatizando a necessidade de os professores adotarem uma abordagem reflexiva em sua prática profissional para enfrentar situações desafiadoras.

No mesmo sentido, ao enfatizar a complexidade da profissão docente, Diniz-Pereira (2014) aponta para a importância de os professores lançarem mão da reflexão sobre a prática, o que lhes possibilitaria questionar e examinar sua prática pedagógica. Têm-se, portanto, que em um itinerário formativo consubstanciado na racionalidade prática, a formação consiste em um espaço que possibilita a reflexão, bem como o encontro das práticas de ensinar e investigar, conforme apontado por Paniago (2017). Nessa esteira formativa, é importante elucidar que, conforme pontua a autora,

ao falar sobre reflexão, não me refiro a um simples olhar sobre as ações realizadas como condição da natureza humana, mas a um processo consubstanciado em referenciais que deem sustentação a essa reflexão. É pensar a prática à luz de uma teoria, para que, de forma reflexiva, o educador possa problematizar, analisar, intervir em sua prática e problemática escolar, buscando novas alternativas de trabalho para a melhoria do processo ensino-aprendizagem (Paniago, 2017, p. 125).

Por certo, a partir dessa autora, é possível entender que a reflexão não deve se restringir ao ambiente da sala de aula, mas sim se estender a uma compreensão mais ampla e contextualizada (histórica e criticamente). Além disso, a reflexão não deve ser superficial, mas sim um processo crítico que questiona as condições e estruturas de trabalho, visando desvelar as ideologias subjacentes e contribuir para condições de emancipação.

Na mesma direção, Gatti *et al.* (2019, p. 185) afirmam que o conceito de professor reflexivo ganhou ampla divulgação na literatura sobre a formação de professores no Brasil. Todavia, ao longo desse processo, a utilização do termo "professor reflexivo" perdeu gradualmente o sentido original proposto por Schön, "tornando-se um 'chavão' que dominou propostas e programas de formação". As autoras afirmam que

Um dos desafios que acompanha a história da formação docente tem sido o de superar o uso da reflexão como prática exclusivamente individual e restrita à

própria prática, pois se supõe que a reflexão na prática profissional, que tem na teoria e na reflexão coletiva suas bases de sustentação, poderá oportunizar ao professor a tomada de consciência do sentido de sua profissão, e, assim, ressignificar a sua prática, levando-o a refletir sobre sua cultura, suas experiências pessoais e profissionais, o que lhe possibilitará o exercício da autonomia. (Gatti *et al*, 2019, p. 186).

No mesmo estudo, Gatti *et al*. (2019, p. 185) afirmam que autores como Zeichner (1995), Pérez-Goméz (1998) e Giroux (1997) contribuíram significativamente para o restabelecimento do termo "professor reflexivo", pois "viam na atividade de teorização a possibilidade de superação da visão reducionista do conceito de professor reflexivo", além de defenderem que a reflexão crítica deveria ocorrer no coletivo, indo além das situações práticas da sala de aula e evidenciando o caráter político do fazer docente.

2.1.3 A Racionalidade Crítica

É pertinente iniciar a discussão acerca desse modelo formativo realçando o que sinaliza Paniago (2017) quando afirma que a perspectiva crítica de formação docente – que visa à formação de professores como intelectuais críticos – supera o modelo da racionalidade prática ao introduzir alguns aspectos, como a autonomia, a reflexão crítica e o envolvimento político. Essas são características requeridas do professor diante das situações desafiadoras do contexto escolar. A autora lembra que

Os professores intelectuais críticos desempenham um papel político e ativo na formação, considerando o papel social da educação, do ensino, os objetivos do seu trabalho e os meios para atingi-los. A problematização das situações pertinentes ao trabalho docente, ao papel da educação e do ensino, do professor, caracteriza a perspectiva da racionalidade crítica (Paniago, 2017, p. 29).

De igual modo, Diniz-Pereira (2014) enfatiza que, neste modelo, a educação é *historicamente situada*, ocorrendo em um contexto sócio-histórico que molda a visão do tipo de futuro que se espera construir. É também uma *atividade social* com implicações sociais, indo além do desenvolvimento individual. É *política*, pois influencia as escolhas de vida daqueles envolvidos no processo. Em última instância, a educação é *problemática*, sendo o profissional docente alguém que levanta problemas e coordena um diálogo crítico em sala de aula. Todavia, o autor esclarece que alguns modelos subjacentes às visões técnica e prática também veem o professor como alguém que levanta problemas em sala de aula, porém,

não compartilham a mesma visão sobre essa concepção da natureza do trabalho docente, pois os modelos técnicos têm uma concepção instrumental sobre o levantamento de problemas; os práticos têm uma perspectiva mais interpretativa e os modelos críticos têm uma visão política explícita sobre o assunto (Diniz-Pereira, 2014, p. 7).

Além disso, Diniz-Pereira e Zeichner (2011), assim como Paniago (2017), destacam a colaboração de Freire e sua visão sobre a problematização nas discussões acerca deste modelo de formação. O levantamento de problemas é considerado um processo colaborativo em que estudantes e professores questionam o conhecimento estabelecido, as estruturas de poder e as condições existentes. Portanto, transcende a mera transmissão de informações ao provocar uma consciência crítica que permite aos educandos compreender o mundo de maneira mais profunda e, ao mesmo tempo, capacitá-los a agir para transformá-lo.

Em síntese, depreende-se que este modelo é uma tendência formativa pautada na problematização das situações pertinentes ao trabalho docente, ao papel da educação, do ensino e do professor. Assim, está consubstanciado na missão de formar educadores para que assumam um papel ativo na análise e transformação da *práxis* pedagógica, que pode ser entendida, a partir de Pimenta e Lima (2017), como um movimento no qual a prática é guiada pela teoria, incentivando a reflexão crítica sobre as estruturas e relações de poder presentes no contexto educacional.

Com efeito, envolve o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, análise social e reflexão sobre a *práxis* educativa. Os professores são encorajados a questionar as normas e pressupostos dominantes, a examinar as desigualdades sociais presentes na educação e a buscar formas de promover a justiça social e a equidade, viabilizando aos estudantes condições para que se tornem cidadãos com a aquisição de conhecimento e coragem para lutar pelos direitos e por uma sociedade mais justa, "na qual não cabe a posição de neutralidade e omissão" (Paniago, 2017, p. 29).

Para além, Diniz-Pereira e Zeichner (2011, p. 11) sinalizam que a pesquisa é uma das principais características deste modelo de formação, uma vez que "pesquisa é a palavra-chave quando ensino e currículo são tratados de um modo crítico e estratégico". Certamente, dada a importância da pesquisa na formação e na prática docente, é fundamental tecer aqui algumas considerações sobre a temática.

Posto isto, cabe uma indagação: o que se entende por "pesquisa realizada por educadores"? Nesse sentido, Diniz-Pereira e Zeichner (2011) lançam luz ao afirmar que existem diversos termos utilizados na literatura para descrever a pesquisa realizada por educadores a partir de sua própria prática na escola e/ou em sala de aula. No entanto, os autores enfatizam o

termo "pesquisa-ação", que pode ser entendido como um tipo de investigação que o professor desenvolve sobre sua própria *práxis* com o intuito de promover, sobretudo, melhorias no contexto educacional e a transformação social, além da produção de conhecimentos pelos profissionais docentes.

Em harmonia com a perspectiva de Diniz-Pereira e Zeichner, Paniago (2017) afirma haver concordância de que a pesquisa é uma alternativa demasiadamente importante, considerando que pode permitir aos professores discutir soluções para os desafios encontrados na prática educativa. Pode permitir também que os professores compreendam as condições de dominação e imposição que enfrentam, bem como buscar formas de superar essa situação.

Não em vão, Diniz-Pereira e Zeichner (2011, p. 18) consideram que o movimento dos professores-pesquisadores “tem o potencial de se tornar um movimento global e contra hegemônico, assim como uma estratégia para superar os modelos tradicionais e conservadores da formação docente”.

Finalizo as discussões acerca dos modelos de formação de professores, realçando que sou ciente das disputas e relações de poder que se estabelecem no contexto escolar, como bem denuncia Libâneo nos vários artigos publicados (ver, por exemplo, Libâneo, 2019; Libâneo, 2012). Com efeito, a perspectiva formativa que defendo é aquela que visualiza os profissionais docentes como seres políticos e críticos que não se restringem apenas aos aspectos técnicos e práticos da sala de aula. Profissionais que sejam capazes de desvelar as finalidades implícitas propostas para os sistemas escolares, que sejam pesquisadores e produtores de conhecimento, e, assim, estejam preparados para formar cidadãos conscientes que possam analisar e intervir na realidade em que vivem. Ou seja, a perspectiva da racionalidade crítica.

2.2 A Formação Inicial dos Professores de Ciências

A partir da discussão anterior, na qual foi elucidada a concepção de formação de professores defendida dentre as diferentes tendências formativas que permeiam esse processo, e tendo como base os pressupostos da racionalidade crítica de formação de professores - e que, na visão de autores como Diniz-Pereira e Zeichner (2011) e Paniago (2017), os professores são vistos como profissionais que pesquisam sua *práxis* docente e produzem conhecimento sobre ela, questionando o papel da educação e do ensino -, será abordada de forma específica a formação de professores de Ciências e a alfabetização científica.

Discutir sobre a formação dos professores que ensinam Ciências exige também a discussão acerca das finalidades do ensino de Ciências, considerando que tais finalidades

podem indicar os caminhos a percorrer no que se refere à formação dos profissionais docentes. Nesse sentido, Sasseron (2017) afirma que um dos principais objetivos do ensino de Ciências é a alfabetização científica dos estudantes. De igual modo, Cachapuz (2017) sinaliza que a educação científica é o objetivo social prioritário. Este autor apresenta argumentos para justificar essa necessidade, os quais serão delineados seguir.

Antes, porém, é pertinente responder à seguinte pergunta: o que se entende por alfabetização científica? Cachapuz afirma haver uma convergência de diferentes autores na necessidade de

ir mais além da habitual transmissão de conhecimentos científicos, de incluir uma aproximação à natureza da ciência e à prática científica e, sobretudo, de enfatizar as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, de modo a favorecer a participação dos cidadãos na tomada fundamentada de decisões (Cachapuz, 2017, p. 23).

Além disso, o autor sinaliza que a ideia de alfabetização implica alguns objetivos básicos para todos os estudantes. Assim, em referência a Marco (2000), Cachapuz (2017) apresenta aquilo que seria um currículo científico básico para todos os cidadãos, a saber: *alfabetização científica prática* (que possibilita a utilização dos conhecimentos no cotidiano, com o intuito de melhorar as condições de vida, etc.); *alfabetização científica cívica* (que permite que as pessoas possam intervir socialmente, de forma a participar na tomada fundamentada de decisões); e *alfabetização científica cultural* (relacionada com a natureza da ciência, com o significado da ciência e da tecnologia, bem como suas relações com a sociedade).

É possível depreender, portanto, que a alfabetização científica e tecnológica (ACT) trata-se de um amplo movimento que vai além da simples transmissão de conceitos científicos. Nesse movimento, há a preocupação em desvelar a natureza da ciência e da tecnologia, mostrando-as como empreendimentos sociais, humanos e em constante transformação. Além disso, enfatiza as relações que se estabelecem entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, como forma de instrumentalizar os cidadãos para que participem da tomada de decisões fundamentadas no que se refere aos temas tecnocientíficos.

Chassot (2018, p. 121) defende a tese de que "o professor informador - aquele que se satisfaz com ser transmissor de conteúdo - está superado". Ele indaga, ainda, como deve ser o professor formador neste novo milênio. Assim, parte da premissa de que devemos fazer do ensino de Ciências um instrumento que facilite a compreensão do mundo pelos estudantes, por meio da leitura crítica da realidade, e assim possam modificá-la para melhor. Nesse sentido, o

autor diz ser importante observar as seguintes questões: Por que ensinar Ciência? O que ensinar de Ciência? E como ensinar Ciência?

Além disso, Chassot (2018, p. 123) sinaliza que a "luta é para tornar o ensino menos asséptico, menos dogmático, menos abstrato, menos a-histórico e menos ferreiteador na avaliação". Ele afirma que é preciso

deixar de fazer um ensino asséptico, e sim vinculá-lo cada vez mais com a realidade dos alunos e dos professores; esforçar-nos para migrar do abstrato para uma realidade mais concreta, mostrando um mundo mais real numa linguagem mais inteligível; aprender a sermos menos dogmáticos para conseguirmos trabalhar com incertezas; não tratar os conhecimentos de uma maneira a-histórica, garimpando mais nos rascunhos do passado, e transformar as nossas avaliações ferreiteadoras em atividades nas quais haja participação dos alunos, não se considerando apenas o produto, mas também o processo (Chassot, 2018, p. 126).

Infere-se do autor que o ensino de Ciências deve deixar de ser apolítico e, assim, menos domesticador. Dessa forma, contribuirá para a alfabetização científica dos cidadãos. Ele vai além ao afirmar que "o ensino mais politizado pode conduzir à libertação, pois ele faz a construção da cidadania" (Chassot, 2018, p. 135).

Retomando as discussões acerca dos argumentos que apontam para a necessidade da alfabetização científica para os cidadãos, Cachapuz (2017) sinaliza que esta é condição *sine qua non* para que os cidadãos possam participar da tomada fundamentada de decisões em temas relacionados à ciência e tecnologia. O autor lembra ainda que este argumento democrático é o mais utilizado por aqueles que defendem a ACT como elemento da educação para a cidadania.

A fim de exemplificar a importância dos "cidadãos informados" na tomada de decisões, Cachapuz (2017) traz como exemplo o caso emblemático envolvendo a bióloga estadunidense Rachel Carson e sua luta contra a utilização de agrotóxicos, especialmente o DDT. Em seu livro (Primavera Silenciosa), publicado em 1962, Carson expôs diversos impactos negativos do uso desse pesticida, que ela chamou de biocida, devido à sua capacidade de exterminar. As aplicações não apenas exterminavam as pragas, como insetos, ervas daninhas e fungos, mas também dizimavam muitas outras espécies, incluindo os predadores naturais dessas pragas. Carson demonstrou que esse pesticida afeta todo o ecossistema, contaminando o solo, a água, a fauna e a flora, adentrando a cadeia alimentar e chegando aos seres humanos.

As denúncias de Rachel Carson levaram, décadas depois, à proibição do DDT em vários países. Cachapuz (2017) chama a atenção para o fato de que a batalha contra o DDT tenha sido travada por cientistas como Carson, mas em sintonia com grupos de ativistas que foram sensíveis aos argumentos e causas defendidas pela cientista. O autor lembra que

Sem a ação destes grupos de cidadãos com capacidade para compreender os argumentos de Carson, a proibição só teria ocorrido muito mais tarde, com efeitos ainda mais devastadores. Convém, pois, chamar a atenção sobre a influência destes “activistas informados” e a sua indubitável participação na tomada de decisões, ao fazer seus os argumentos de Carson e exigir controlos rigorosos dos efeitos do DDT, que acabaram por convencer a comunidade científica posteriormente, os legisladores, obrigando à sua proibição. Convém assinalar também que muitos cientistas, com um nível de conhecimentos sem dúvida muito superior ao desses cidadãos, não souberam ou não quiseram ver, inicialmente, os perigos associados ao uso de pesticidas (Cachapuz, 2017, p. 27).

O que Cachapuz quer deixar claro é que as preocupações que despertam o desenvolvimento e a utilização dos produtos da ciência e tecnologia, bem como as dúvidas sobre seus efeitos, constituem um forte indicador de que os cidadãos tenham a oportunidade/direito de participar na tomada de decisões, de forma a exigir que o princípio da prudência/precaução seja respeitado. O autor esclarece ainda que esse princípio não visa questionar, desde logo, “o desenvolvimento da investigação nem neste nem noutro campo, mas opõe-se à aplicação apressada, sem garantias suficientes, dos novos produtos, pelo desejo do benefício a curto prazo” (Cachapuz, 2017, p. 28).

O autor finaliza sinalizando que a participação dos cidadãos é algo positivo, justamente por ser uma garantia da aplicação do princípio da precaução frente às incertezas do desenvolvimento científico e tecnológico, que podem incorrer em riscos à vida e ao ambiente. No entanto, para que haja tal participação, reclama-se um mínimo de formação científica que possibilite “a compreensão dos problemas e das opções” (Cachapuz, 2017, p. 28).

Há ainda um argumento fundamental que precisa ser apresentado: pessoas alfabetizadas cientificamente são menos suscetíveis a serem enganadas por charlatões, como aqueles que aparecem em propagandas televisivas, vestidos de jaleco branco, promovendo produtos com *slogans* do tipo “testado cientificamente, pode consumir que é bom.”

Além disso, é comum que programas de televisão recorram a especialistas para comentarem sobre determinados problemas, conferindo a essas declarações um peso quase inquestionável, como se fossem laudos precisos e definitivos. Diante dessas situações, muitas vezes, a sociedade aceita passivamente as conclusões apresentadas pelos especialistas, sem questionar ou refletir criticamente sobre elas, pois não dispõe de conhecimentos para isso.

A alfabetização científica e tecnológica surge, então, como uma ferramenta essencial para romper com esse ciclo, pois capacita os cidadãos a refletirem de forma crítica, questionarem as informações recebidas e tomarem decisões informadas em matéria de ciência e tecnologia, ao invés de simplesmente aceitarem passivamente o que lhes é apresentado.

Em síntese, se a ACT é um dos principais objetivos do ensino de Ciências, é possível depreender que, para alcançar esse objetivo, é fundamental que os professores de Ciências sejam capacitados para promover a educação científica em suas *práxis* pedagógicas. Por certo, isso envolve não apenas o domínio dos conteúdos científicos, mas também o conhecimento sobre a natureza e as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente. Essa é justamente a proposta da Educação CTSA, que será abordada a seguir.

2.2.1 A formação de Professores de Ciências para a Mobilização da Educação CTSA e Educação Científica

Para iniciar essa discussão, é pertinente destacar a existência de dois termos que se referem ao mesmo movimento: CTS e CTSA, comumente encontrados nos estudos sobre a temática. Conforme sinaliza Pinheiro *et al.* (2022), CTSA (com o acréscimo da letra A) objetiva enfatizar a questão ambiental. Todavia, Siqueira e colaboradores (2021, p. 17) esclarecem que "nem sempre é possível diferenciar os movimentos em relação aos estudos em si, uma vez que a questão ambiental é foco dos dois movimentos, inclusive considerada como ponto de partida para a criação destes". Consideramos, pois, o ambiente como inerente à sociedade, um elemento indissociável. Contudo, neste escrito, optou-se por utilizar o termo CTSA, considerando a importância de resgatar e enfatizar a problemática ambiental, que está na gênese deste movimento e, portanto, precisa ser valorizada.

Feito esse esclarecimento, é importante salientar que CTSA surgiu como contraposição à visão clássica do modelo linear de desenvolvimento, o qual preconiza que o progresso científico leva ao progresso tecnológico, que, por sua vez, impulsiona o progresso econômico e, conseqüentemente, o progresso social. Essa relação pode ser melhor exemplificada na equação "+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social", apresentada por Bazzo, Linsingen e Pereira (2003).

Santos (2011, p. 23) lembra que o movimento CTSA surgiu num contexto de críticas ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental, como também em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade.

Assim, com a constante degradação ambiental e o desenvolvimento tecnológico a serviço de eventos bélicos nos anos 1960 e 1970, surgiram movimentos que questionavam a ideia de ciência e tecnologia como portadoras de bondade e progresso impregnado de bem-estar social. Com efeito, ao longo dos anos, essa concepção clássica do modelo linear de desenvolvimento foi objeto de críticas e questionamentos, especialmente a partir das últimas

décadas do século XX, momento em que surgiram vozes que destacaram as implicações negativas e os dilemas éticos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Munchen e Adaime (2021) sinalizam que é também nesse contexto que o movimento CTSA passa a se inserir na educação, sendo que no Brasil somente a partir dos anos 1980 se inicia a inclusão de elementos CTSA nos currículos. Além disso, Santos (2007) aponta que os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais), publicados em 1998, vislumbram pela primeira vez a abordagem CTSA na organização curricular.

É importante esclarecer, conforme Egevardt *et al.* (2021), que a expressão Educação CTSA engloba dois elementos: o Enfoque CTSA (entendido como as repercussões do Movimento CTSA no contexto escolar) e a Abordagem CTSA (que envolve as iniciativas didático-pedagógicas que ocorrem no contexto escolar).

Além disso, Auler (2007) sintetiza os objetivos da educação CTSA em: promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais e discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia; adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico; formar cidadãos alfabetizados científica e tecnologicamente, tornando-os capazes de participar da tomada fundamentada de decisões e desenvolver um pensamento crítico.

Santos (2011, p. 23) também sinaliza que na educação científica, o movimento CTSA assumiu como objetivo “o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica, bem como o desenvolvimento de valores”. Ou seja, um claro exemplo de formação para a cidadania. Portanto, tem-se que um dos principais objetivos da educação CTSA é promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes para a tomada de decisões em uma sociedade cada vez mais impregnada de produtos da ciência e da tecnologia.

Santos (2011) apresenta algumas classificações dos currículos com ênfase em CTSA, dentre as quais destaca a classificação de Auler e Delizoicov (2001), que os divide em duas visões: a reducionista e a ampliada. A primeira, a visão reducionista, alinha-se à ideia de neutralidade da ciência e da tecnologia, sustentando, assim, os mitos da tecnocracia, a perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia e o determinismo tecnológico. Já a visão ampliada se opõe à primeira, pois busca a compreensão das complexas interações entre CTSA, analisando, problematizando e criticando o atual modelo de desenvolvimento, combatendo, assim, a visão simplista e ingênua da ciência e tecnologia. Para Santos (2011),

Enquanto a visão reducionista da educação científica com enfoque CTS reproduz um modelo ideológico de submissão a um sistema tecnológico já estabelecido, a visão crítica que caracterizou o surgimento desse movimento

vai em direção oposta de reprodução do modelo vigente, procurando desenvolver um novo modelo de desenvolvimento. Essa visão crítica tem sido defendida na América Latina como uma perspectiva que incorpora os ideais de Paulo Freire. (Santos, 2011, p.30).

Outra classificação apresentada pelos autores é a de Luján López (1996), com foco no ensino de Ciências. Essa classificação divide-se em três categorias: "Enxerto CTS" (currículos que incluem temas CTS sem alterar a abordagem dos conteúdos científicos); "Ciência vista por meio de CTS" (conceitos científicos introduzidos a partir de temas CTS, com os conceitos científicos subordinados aos temas CTS); e "Programas CTS puro" (discussões CTS ocupam uma posição de destaque, enquanto os conteúdos científicos são tratados de forma secundária e complementar no currículo).

Depreende-se que, dadas suas características, o Enxerto CTS/CTSA é a forma mais acessível de inserção CTSA no currículo, justamente pela não necessidade de alteração dos programas das disciplinas ofertadas na escola, uma vez que o enxerto permite agregar temas sobre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente aos conteúdos normais da disciplina, garantindo que os conteúdos específicos estejam alinhados aos objetivos da Educação CTSA.

Munchen e Adaime (2021, p. 3) lembram que a abordagem CTSA no ensino se dá a partir de temas, de modo a contemplar "além de discussões científicas e tecnológicas, também as de caráter social, político, econômico, ético e moral, proporcionando ao aluno uma formação que o favoreça a participar como cidadão". Os autores, em referência a Santos e Mortimer (2000), esclarecem que os temas são aqueles que evidenciam as "contradições relativas à ciência e tecnologia e seu impacto social, e que estimulem o debate e a participação dos estudantes, possibilitando, assim, que as discussões no espaço da sala de aula promovam atitudes e valores na formação para o exercício da cidadania" (Munchen e Adaime, 2021, p. 3).

Acerca dos critérios para a escolha dos temas, Munchen e Adaime (2021, p. 3, *apud* Ramsey, 1993) indicam que um tema relativo à ciência deve contemplar alguns critérios: deve ser, de fato, "um problema de natureza controversa, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito; o tema deve ter significado social; e, em alguma dimensão, o tema deve ser relativo à ciência e tecnologia".

Feitas essas considerações acerca da Educação CTSA, fica evidente a importância dessa abordagem no ensino de Ciências. Assim, em defesa dessa perspectiva, Santos (2011) sinaliza que muitas pesquisas vêm indicando resultados positivos de propostas de ensino CTSA no contexto educacional. De acordo com o autor,

As pesquisas apontam resultados positivos em termos de evidenciar a relevância social do conhecimento científico estudado, de melhorar a aprendizagem de conceitos científicos, de contribuir para os alunos desenvolverem a capacidade de tomada de decisão, de orientar os professores para uma educação voltada para a cidadania (Santos, 2011, p. 28).

Certamente, considerando os vários argumentos discutidos até aqui, como a importância da alfabetização científica e tecnológica na formação de cidadãos, bem como os apresentados para justificar a necessidade da educação científica, esses argumentos também servem para justificar a importância de capacitar os professores a serem pesquisadores de sua *práxis* pedagógica e a promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. Ou seja, é fundamental formar professores com subsídios teórico-práticos para a mobilização da educação e do ensino CTSA em suas *práxis*.

A necessidade da formação defendida nesse estudo se justifica em face dos vários estudos que vêm demonstrando uma compreensão ingênua acerca da natureza da ciência e da tecnologia por parte de muitos professores que ensinam Ciências (ver, por exemplo, Vieira, 2003; Vázquez *et al.*, 2011; Deconto, Cavalcanti e Ostermann, 2017), consistindo em um forte indicador de que existe uma necessidade formativa que precisa de atenção.

Egevardt *et al.* (2021), em referência a estudos realizados por Corrêa e Schnetzler (2017) e Baldaquim (2019), sinalizam que um dos motivos para essa necessidade formativa se deve à formação inicial de professores, que ainda é consubstanciada na racionalidade técnica, a qual reflete uma visão instrumental da ciência e da tecnologia. Nessa abordagem, a ciência e a tecnologia são concebidas como conhecimentos neutros, e seu desenvolvimento é percebido como linear, gerando benefícios uniformes para toda a sociedade.

Nesse sentido, Chrispino (2017, p. 26) afirma que "parece haver uma relação direta entre o que sabemos sobre ciência e tecnologia e o que ensinamos e como ensinamos ciência e tecnologia". Isso caracteriza um forte indicador de que a Educação CTSA precisa se consolidar nos cursos de formação de professores para que, então, se consolide também na educação básica.

A ausência ou pouca presença de uma disciplina CTSA nos cursos de formação de professores no Brasil foi objeto de investigação por diferentes estudiosos, como, por exemplo, Antônio *et al.* (2010), que constataram que, de 150 instituições de ensino superior consultadas, apenas duas incluíam estudos CTSA organizados como disciplina nos cursos de Ciências ou Ciências Biológicas.

De igual modo, em estudo mais recente, Cunha (2023) buscou indícios de Educação CTSA nos currículos das licenciaturas em Ciências, Física, Química e Biologia da Universidade

Estadual de Campinas. Os achados apontam que ainda é incipiente a presença da abordagem nesses cursos de formação inicial de professores, manifestando-se de forma pontual em disciplinas pedagógicas. Isso pode justificar o motivo pelo qual muitos professores possuem uma visão ingênua/distorcida acerca da natureza da ciência e da tecnologia, conforme apontam estudos citados anteriormente nesta seção.

Certamente, a ideia de uma disciplina CTSA nos cursos de formação de professores é louvável. No entanto, além de uma disciplina específica nos cursos de licenciatura, é importante que a abordagem CTSA seja incorporada também aos vários componentes curriculares ao longo do processo de formação, não se limitando a uma disciplina específica, conforme defende Munchen (2016).

Além disso, defende-se aqui a importância de que os professores tenham o hábito da pesquisa e sejam produtores de conhecimento para que consigam mobilizar a educação CTSA em sala de aula, e os argumentos para isso são vários. Primeiramente, a educação CTSA se dá a partir de temas, conforme já bem fundamentado em parágrafos anteriores. Logo, para o trabalho com temáticas, é importante que o professor seja capaz de elaborar propostas didáticas para desenvolvê-las, considerando que não é possível ficar refém dos livros didáticos quando se trabalha nesta perspectiva.

Com efeito, isso permite dizer que, para uma prática consubstanciada na perspectiva CTSA, é preciso romper com a racionalidade técnica, uma vez que esta visualiza os profissionais docentes como meros aplicadores de conhecimentos/materiais produzidos por pessoas alheias à realidade em que atuam, como bem denuncia Paniago (2017).

Ademais, a partir dessa autora, é possível depreender que a racionalidade crítica é a que se alinha aos pressupostos teórico-práticos que defendemos, sendo mais adequada para formar o profissional que vislumbramos, considerando que,

O professor é visto como alguém que indaga, questiona, que reflete sobre sua prática e procura soluções para os problemas que surgem em sala de aula e, colaborativamente, busca, por meio da intervenção em sua realidade educativa, alternativas para as desigualdades de ordem social, política, ambiental. As situações que acontecem em sala de aula são singulares, complexas, ambíguas, tornando-se, portanto, impossível que o professor aplique modelos prontos e acabados, técnicas produzidas por outros”, (Paniago, 2017, p. 119).

Finalizando esta seção, é pertinente enfatizar que, se realmente se deseja formar pessoas que compreendam a natureza da ciência e da tecnologia, bem como suas relações com a sociedade e o ambiente, e que possam, assim, participar da tomada de decisões, é fundamental

direcionar as atenções para a formação de professores de Ciências voltada à mobilização da educação CTSA. Isso se deve ao fato de que são eles os principais responsáveis por conduzir o processo de ensino que levará à concretização do objetivo do ensino de Ciências, aqui entendido como a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

2.3 O Programa Residência Pedagógica como Política de Indução/inserção profissional e de Integração Universidade-Escola

Nóvoa (2019) afirma que assistiremos a uma completa metamorfose da escola e que tais mudanças atingirão, inevitavelmente, os professores e sua formação. O autor aponta que essa metamorfose implica a criação de um novo ambiente educativo com diversidade de espaços, práticas e trabalho coletivo. De igual modo, exige mudanças na formação docente, necessitando da criação de um novo ambiente para a formação desses profissionais.

Nesse sentido, o autor argumenta que as universidades, por si só, já não dão conta da formação dos professores, chamando a atenção para a necessidade de que o lugar da formação seja também o lugar da profissão. Assim, Nóvoa propõe uma interação entre três elementos (profissionais, universidades e escolas), naquilo que ele chama de "triângulo da formação". O autor afirma que é na interação entre os três elementos desse triângulo "que se encontram as potencialidades transformadoras da formação docente" (Nóvoa, 2019, p. 7).

É pertinente esclarecer que Nóvoa (2019) não nega a importância que as universidades têm exercido historicamente na formação de professores, e isso fica claro quando ele frisa que é fundamental reconhecer a inteligência e o comprometimento de numerosos universitários, provenientes de diversas áreas do conhecimento, que têm se empenhado na formação de professores, e que a resposta para nossos desafios reside neles, em seus esforços, iniciativas e nas redes que construíram. O autor chama a atenção para a necessidade de reunir esses profissionais em um espaço comum dedicado à formação de professores dentro das universidades, mantendo sempre uma conexão orgânica com os professores e as unidades escolares.

Esse espaço proposto por Nóvoa (2019) é o que ele chama de "casa comum" da formação de professores, como forma de superar a atual fragmentação das licenciaturas. Nessa casa comum, seriam mobilizados os conhecimentos científicos específicos das diversas áreas (Biologia, Matemática, História, etc.), como também os conhecimentos científicos em educação, os fundamentos da didática, da psicologia, do currículo e vários outros. Todavia, o autor afirma que esses dois tipos de conhecimento (específicos e próprios das ciências da

educação) não são suficientes para formar o professor, apontando para a necessidade de se construir uma relação com o conhecimento e a cultura profissional dos docentes. Nóvoa entende que é por isso que

É tão importante a existência, nas universidades, de uma casa comum da formação e da profissão, isto é, de um lugar de encontro entre os professores universitários que se dedicam à formação docente e os professores da rede. Essa casa comum é um lugar universitário, mas tem uma ligação à profissão, o que lhe dá características peculiares, assumindo-se como um terceiro lugar, um lugar de articulação entre a universidade e a sociedade, neste caso, entre a universidade, as escolas e os professores. Nesta casa comum faz-se a formação de professores ao mesmo tempo que se produz e se valoriza a profissão docente (Nóvoa, 2019, p. 9).

Nesse sentido, um ponto importante discutido por Nóvoa (2019) refere-se à indução profissional, que pode ser entendida como a inserção dos professores em formação na profissão e nas escolas. Em referência a Huberman, Nóvoa resgata que, para este pedagogo, os primeiros anos são determinantes para moldar e definir a relação da pessoa com a profissão, e que é "na passagem da universidade para as escolas, e na forma como os professores mais experientes acolhem os mais jovens, que se joga grande parte do futuro profissional de cada um" (Nóvoa, 2019, p. 9).

Nóvoa (2019) denuncia que os professores iniciantes frequentemente enfrentam o desafio de serem deixados à própria sorte nas escolas, com pouco ou nenhum apoio, lutando individualmente por sua sobrevivência. Tendo em vista essa constatação, o autor aponta para a urgente necessidade de modificar essa realidade e desenvolver políticas públicas voltadas para a indução profissional, de forma a proporcionar o suporte necessário aos profissionais em início de carreira.

Acerca do estágio curricular obrigatório (tradicional), Gatti *et al.* (2019) estabelecem importante crítica ao considerar que, mesmo sendo uma parte essencial da estrutura curricular das licenciaturas, tem sido um desafio para as instituições de formação e para as escolas de educação básica que acolhem os estagiários. Afirmam que, embora o estágio seja reconhecido como um espaço fundamental para a imersão do futuro professor no contexto profissional e como uma oportunidade de integrar os momentos formativos do docente, diversas dificuldades impedem que o estudante em formação inicial vivencie uma experiência significativa.

As autoras sinalizam que, mesmo sendo reconhecido como um elemento curricular integrador com o potencial de unir os ambientes escolares e acadêmicos, fomentar a integração entre conteúdos específicos e didáticos e facilitar a articulação entre conhecimentos teóricos e

práticos, sua implementação não é algo simples. Para elas, existem dificuldades de diferentes ordens, como

a frágil participação e integração dos componentes curriculares do curso com as atividades de estágio; o acompanhamento *in loco* dos estagiários pelo professor supervisor do estágio; o tempo de permanência e dedicação às atividades na escola é escasso e pontual e, na maioria das vezes, o estagiário é invisível na escola, permanecendo no fundo da sala sem interagir com os alunos e até mesmo com os professores; os docentes e a equipe gestora da escola têm pouca clareza sobre o papel que cumprem na formação do futuro professor (Gatti *et al* 2019, p. 229).

Não em vão, Nóvoa defende os programas de residência docente, pois, em sua concepção, esses programas são "da maior importância, desde que concebidos como um espaço de transição entre a formação e a profissão" (Nóvoa, 2019, p. 9). Todavia, o autor lembra que tais iniciativas não devem servir para diminuir a formação inicial e, menos ainda, para implementar políticas de gestão que possam agravar a precariedade e fragilizar as relações de trabalho. Logo, visto que esses programas têm a responsabilidade de orientar a entrada na profissão, devem enfatizar a profissionalidade docente em todas as suas dimensões, não se limitando apenas ao referencial pedagógico.

Entende-se, pelas palavras de Nóvoa, que a essência reside na capacidade de estabelecer, nas escolas, normas de corresponsabilização para a integração dos novos professores. No entanto, o autor lembra que, até o momento, pouco tem sido feito, tanto nas universidades quanto nas políticas públicas e nas escolas.

No Brasil, até o início de 2024, tivemos uma importante iniciativa no que se refere à indução/inserção profissional que Nóvoa, justificadamente, propõe: o Programa Residência Pedagógica (PRP), mantido e fomentado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Gatti *et al.* (2019) observam que dois pressupostos foram fundamentais para o desenvolvimento de propostas como o PRP: o reconhecimento da importância da aproximação entre os campos de formação e de atuação profissional e a valorização dos estágios como meio de inserção dos professores em formação no contexto escolar e na aprendizagem da docência.

O PRP foi uma política pública embrionária sobre a formação de professores no Brasil. Trata-se de um programa instituído pela Portaria GAB nº 38, de 28 de fevereiro de 2018, com a finalidade de "fomentar projetos institucionais de residência pedagógica implementados por Instituições de Ensino Superior, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação inicial de professores da educação básica nos cursos de licenciatura" (Brasil, 2022, p. 1). Promover a

articulação entre teoria e prática na formação de professores também é uma das finalidades do programa, conforme redação do art. 1º da portaria que o instituiu.

No que se refere à composição e organização do programa, a Portaria GAB nº 82, de 26 de abril de 2022, em seu art. 3º, estabelece que o PRP é composto por,

Projeto Institucional: projeto apresentado por Instituição de Ensino Superior - IES para desenvolvimento de atividades de residência pedagógica; *Subprojeto*: subdivisão do projeto institucional organizada por área de residência pedagógica; *Núcleo*: grupo de participantes de um subprojeto, composto por docente orientador, preceptores e residentes para o desenvolvimento das atividades de residência pedagógica; *Escola-campo*: escola pública de educação básica onde se desenvolvem as atividades de residência pedagógica; *Coordenador Institucional*: docente da IES responsável pela execução do projeto institucional de Residência Pedagógica; *Docente Orientador*: docente da IES responsável por planejar e orientar as atividades dos residentes de seu núcleo de residência pedagógica; *Preceptor*: professor da escola de educação básica responsável por acompanhar e orientar os residentes nas atividades desenvolvidas na escola-campo; *Residente*: discente com matrícula ativa em curso de licenciatura, participante do projeto de residência pedagógica. (CAPES, 2022, p. 1).

Quanto aos objetivos do Programa Residência Pedagógica, a Portaria GAB nº 82, de 26 de abril de 2022, estabelece em seu art. 4º que o programa busca,

Fortalecer e aprofundar a formação teórico-prática de estudantes de cursos de licenciatura; contribuir para a construção da identidade profissional docente dos licenciandos; *estabelecer* corresponsabilidade entre IES, redes de ensino e escolas na formação inicial de professores; *valorizar* a experiência dos professores da educação básica na preparação dos licenciandos para a sua futura atuação profissional; e *induzir* a pesquisa colaborativa e a produção acadêmica com base nas experiências vivenciadas em sala de aula (CAPES, 2022, p. 2).

Certamente, ao considerar as finalidades e objetivos do PRP, verificam-se algumas valiosas intencionalidades, como promover a aproximação entre as instituições de formação e as escolas, a articulação entre teoria e prática, bem como a valorização dos professores das redes públicas como participantes no processo de formação dos futuros profissionais docentes.

Acerca da importante e necessária discussão sobre a integração universidade-escola, Gatti *et al.* (2019) são esclarecedoras ao afirmarem que a aprendizagem da docência em contextos reais destaca a importância de estreitar a relação entre os ambientes de formação e de trabalho. Com efeito, sugerem a criação de um ambiente e uma cultura de colaboração entre os profissionais da escola e os formadores, assim como entre as próprias escolas e as instituições de ensino superior, por meio da implementação de projetos colaborativos.

Para as autoras, o intuito é "articular o conhecimento prático profissional e acadêmico de forma menos hierárquica e a serviço da aprendizagem docente, valorizando o conhecimento dos professores profissionais e reconhecendo-os como colaboradores" (Gatti *et al.*, 2019, p. 188). Logo, a formação teórico-prática dos futuros professores ocorre por meio de uma imersão sistemática e temporária dos licenciandos, que envolve a participação ativa junto a docentes, coordenadores e diretores, ao longo de um período contínuo e ininterrupto.

Gatti *et al.* (2019) também enfatizam que o objetivo dessa imersão durante a formação inicial é romper com o costumeiro isolamento dos ambientes formativos da universidade e da escola, promovendo a aproximação entre as culturas desses locais e identificando soluções criativas para a formação docente, uma vez que, durante o período de residência, os estudantes participam de um conjunto de ações que contribuem para essa experiência.

O art. 43 da Portaria GAB nº 82, de 26 de abril de 2022, apresenta as atribuições do residente, sendo

Desenvolver as atividades de residência pedagógica, planejadas juntamente com o docente orientador e o preceptor; elaborar os planos de aula sob orientação do docente orientador e do preceptor; cumprir a carga horária de residência estabelecida pela CAPES; registrar as atividades de residência pedagógica em relatórios ou em relato de experiência, conforme definido pela CAPES, e entregá-los no prazo estabelecido; participar das atividades de acompanhamento e de avaliação do projeto, colaborando com o aperfeiçoamento do programa; e comunicar qualquer intercorrência no andamento da residência ao preceptor, ao docente orientador, ao coordenador institucional ou à CAPES (CAPES, 2022, p. 11).

É pertinente destacar também o papel do preceptor e o que ele representa, considerando que Gatti *et al.* (2019) apontam que estes vão além dos docentes supervisores do estágio regular. O preceptor desempenha um papel fundamental no Programa de Residência Pedagógica, com diversas atribuições que visam garantir o acompanhamento e apoio adequados aos residentes.

A Portaria GAB nº 82, de 26 de abril de 2022, em seu art. 42, estabelece que as atribuições do preceptor envolvem: planejar e acompanhar as atividades dos residentes na escola-campo, assegurando o cumprimento das tarefas planejadas; orientar a elaboração de relatórios, relatos de experiência e correlatos; acompanhar e avaliar o residente durante a execução de suas atividades pedagógicas; auxiliar no desenvolvimento de materiais didáticos a serem utilizados pelos residentes; acompanhar a frequência e a participação dos residentes; participar de reuniões para compartilhar conhecimentos e experiências, bem como eventos relacionados ao PRP; e elaborar relatórios das atividades realizadas na escola-campo.

Considerando as atribuições do preceptor, é possível perceber que suas responsabilidades vão além de apenas supervisionar os residentes durante suas atividades na escola. Ele também atua como um mentor, um guia, acolhendo e auxiliando os residentes no processo de se tornarem professores.

Em síntese, os estudos utilizados para subsidiar as discussões abordadas nesta seção permitem entender que a escola efetivamente se torna um espaço de redefinição de valores e práticas, influenciando maneiras de pensar e agir e facilitando a formação em um contexto real, essencial para a integração entre teoria e prática.

Certamente, o PRP, enquanto política de indução profissional e integração entre a universidade e a escola, qualifica o professor da educação básica como corresponsável pela formação dos futuros professores, ao mesmo tempo em que os residentes passam a ser acolhidos e a ter clareza acerca do seu fazer no ambiente escolar, como bem afirmam Gatti *et al.* (2019).

Há razões para acreditar que o Programa Residência Pedagógica pode ser o embrião do que Nóvoa (2019) chamou de "casa comum" da formação de professores, um ambiente formativo que integra instituições de ensino superior, profissionais e escolas. Esse ambiente é considerado valioso, conforme o alerta de Nóvoa, pois dificilmente alguém se integra em uma profissão de forma isolada, ou constrói novas práticas pedagógicas sem uma reflexão coletiva entre os pares. "E que ninguém, sozinho, domina completamente a profissão. Precisamos dos outros para nos tornarmos professores" (Nóvoa, 2019, p. 10).

Destarte, como ser político que sou, tenho a obrigação de utilizar este espaço para externar o descontentamento com a atitude do governo federal ao extinguir o PRP. Sim, mesmo com tudo o que foi aqui escrito sobre a importância deste programa para a formação dos futuros professores, em 2024 o programa foi encerrado.

Mesmo sendo ainda um embrião, considerando que foi criado em 2018, o PRP mostrou-se uma iniciativa fundamental para a formação de professores mais qualificados e preparados para enfrentar os desafios que se manifestam em sala de aula. Ao proporcionar a vivência prática em escolas públicas, sob a orientação de preceptores experientes, o programa contribuiu para a construção de uma identidade docente mais sólida e para o desenvolvimento de habilidades essenciais para a prática pedagógica. Por certo, investir na formação de professores é investir no futuro do país, pois são esses os profissionais responsáveis por socializar o conhecimento historicamente produzido, de forma que, com esse conhecimento, os cidadãos e cidadãs consigam compreender a realidade e lutar para transformá-la para melhor.

Contudo, embora o PRP tenha sido finalizado como um programa independente, sua essência pode ser preservada no novo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

(PIBID), instituído pela Portaria CAPES nº 90, de 25 de março de 2024. Essa portaria concede autonomia às Instituições de Ensino Superior para aproveitarem as atividades do PIBID na integralização curricular. Entre as possibilidades, está o reconhecimento da participação dos bolsistas no PIBID para o aproveitamento de créditos no curso, como o estágio supervisionado obrigatório, por exemplo. Portanto, mesmo diante do encerramento do PRP, existe a possibilidade de que sua proposta continue a influenciar a formação docente.

Ao caminhar para a conclusão desta seção, algumas considerações são necessárias. Inicialmente, as discussões realizadas aqui permitem entender que a formação de professores de Ciências é um tema de grande relevância, sobretudo porque a educação científica é uma das prioridades do ensino de Ciências, com foco na formação para a cidadania. Isso evidencia a importância de formar professores que sejam pesquisadores de suas *práxis* pedagógicas, que sejam, também, produtores de conhecimento e que, assim, consigam mobilizar a educação CTSA no contexto escolar, promovendo a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

A segunda consideração é que a educação CTSA exige a formação de professores nos pressupostos da racionalidade crítica, especialmente quando se trabalha na perspectiva ampliada de Auler e Delizoicov (2001), que apresenta valiosas aproximações com os pressupostos freirianos. Isso se deve ao fato de que um de seus objetivos é a formação de cidadãos críticos e participativos, que possam compreender e avaliar os impactos da ciência e da tecnologia em suas vidas e na sociedade como um todo, bem como tomar decisões informadas em temas tecnocientíficos. Para isso, a educação CTSA propõe uma educação científica que vai além da transmissão de conceitos, promovendo reflexão, debate e resolução de problemas, integrando as dimensões históricas, filosóficas, políticas e culturais. Portanto, defende-se uma formação docente pautada na racionalidade crítica.

A última, porém, não menos importante consideração, refere-se ao PRP e à sua importância na formação de professores, considerando que este se caracteriza como uma importante política de indução/inserção profissional e de integração universidade-escola. É, portanto, um espaço valioso e privilegiado de formação docente para uma escola em metamorfose, como propõem autores como Nóvoa (2019) e Gatti *et al.* (2019). E, por isso mesmo, o governo federal deveria reavaliar a decisão que extinguiu o programa.

Em síntese, o que se defende nesta seção é a formação inicial de professores de Ciências nos pressupostos da racionalidade crítica; o PRP como valiosa iniciativa na formação de professores, pois promove a inserção profissional e a integração entre universidade e escola; e, também, a educação CTSA como forma de promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, o que passa, portanto, pela formação de professores pesquisadores.

3 CONSIDERAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS DA PESQUISA

Nesta seção, são delineados os caminhos para o desenvolvimento da pesquisa, a qual se compõe de três partes. Inicia-se com a caracterização da pesquisa, seguida pela descrição dos procedimentos e instrumentos de coleta de dados, da metodologia de elaboração do Produto Educacional e, por fim, pela estratégia de análise dos dados obtidos. A pesquisa foi registrada em comitê de ética, por meio de um projeto de pesquisa guarda-chuva, sob a coordenação da orientadora desta pesquisa, obtendo aprovação por meio do Parecer nº 5.282.771.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Trata-se de um estudo de natureza qualitativa, cujas características são sintetizadas por Bogdan e Biklen (1994). Para eles, a pesquisa qualitativa é conduzida em ambientes naturais, onde os fenômenos ocorrem de forma autêntica, e o pesquisador é um sujeito que desempenha um papel ativo no processo de pesquisa, interagindo com os participantes e coletando informações em contexto real. Assim, os pesquisadores estão interessados em compreender como os participantes interpretam e atribuem significado aos eventos e experiências em estudo.

No que se refere aos dados gerados, Bogdan e Biklen (1994) apontam que são predominantemente descritivos, fornecendo uma visão rica e detalhada dos fenômenos estudados. Logo, o foco está em descrever a complexidade e a riqueza dos eventos e experiências, em vez de reduzi-los a dados estatísticos. Além disso, para esses autores, a análise dos dados na pesquisa qualitativa tende a seguir um processo indutivo, o que significa que os padrões, temas e teorias emergem dos dados coletados, em vez de serem definidos a priori.

No cenário das pesquisas de natureza qualitativa, foram utilizados os princípios da pesquisa-ação na acepção de Zeichner (2011), ou seja, um tipo de pesquisa que o professor desenvolve sobre sua própria *práxis* com o intuito de promover, sobretudo, melhorias no contexto educacional e a transformação social, além da produção de conhecimentos pelos profissionais docentes. Em face do tempo disponível para o desenvolvimento da ação pedagógica em um curso de mestrado profissional, não se considera que está sendo realizada exatamente uma pesquisa-ação. No entanto, dado que houve a intenção de planejar, implementar, descrever e avaliar mudanças e contribuições ao longo do processo de investigação, acredita-se que seus princípios foram utilizados. Além disso, utilizou-se os procedimentos e instrumentos da pesquisa-ação, conforme será elucidado a seguir.

3.2 Procedimentos e Instrumentos de Coleta de Dados

Os procedimentos e instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa envolveram várias etapas. Na fase inicial, foram realizadas entrevistas com cinco professores de Ciências em formação inicial (residentes) do Programa Residência Pedagógica, com o objetivo de conhecer suas percepções sobre a temática em estudo e orientar a elaboração do Produto Educacional (PE).

Durante o desenvolvimento do PE, realizado com os mesmos residentes entrevistados anteriormente, as narrativas dos residentes foram registradas em portfólios, documentando suas reflexões e aprendizagens ao longo do processo formativo. Paralelamente, registrei minhas observações e reflexões em um diário de campo, proporcionando uma perspectiva adicional sobre o andamento do curso. Ao final, novas entrevistas foram realizadas com os residentes, permitindo que compartilhassem suas percepções sobre as principais contribuições do Produto Educacional para sua formação docente.

Aguiar e Ferreira (2021) argumentam que uma narrativa se constrói a partir de uma sucessão única de experiências vividas, enriquecida por emoções e conexões com outras lembranças e imagens. Além do prazer de compartilhar nossa história, há também a tarefa de selecionar e organizar os eventos de acordo com sua relevância para o interlocutor e o contexto atual. Os autores sinalizam ainda que a narrativa demanda uma postura ativa e uma imersão naquilo que foi experimentado e está sendo narrado, e que, ao narrar, escolhemos cuidadosamente o que consideramos significativo, inserimos nossas próprias interpretações e aspirações, conferindo, assim, uma certa ênfase ao relato.

Aguiar e Ferreira (2021) afirmam que, na pesquisa, a abordagem narrativa se assume como um método para obtenção de informações e uma forma de registrar o progresso investigativo. Também defendem que "a pesquisa narrativa figura como fonte de dados, método e uso formativo, pois promove mudanças na própria prática e formação através da narrativa do sujeito" (Aguiar e Ferreira, 2021, p. 3).

Indo além, os autores explicam que escolher a abordagem narrativa na pesquisa é uma maneira específica de conduzir e compreender o estudo, destacando as interpretações que emergem de uma temática intrinsecamente ligada às experiências vividas pelo narrador. Essa perspectiva de pesquisa tem uma natureza social, buscando entender as mudanças que ocorrem ao longo do processo investigativo, capturando as tensões e os aspectos subjetivos que frequentemente não são previstos inicialmente.

No que se refere à observação enquanto procedimento de coleta de dados, esta foi utilizada durante o processo de desenvolvimento/avaliação do produto educacional. Sobre este instrumento, a partir de Ludke e André (2018), pode ser entendido como uma técnica controlada e sistemática que exige planejamento e rigor por parte do observador, permitindo uma compreensão profunda dos fenômenos em seus contextos naturais. Além disso, sinalizam que

A observação direta permite que o observador chegue mais perto da "perspectiva dos sujeitos" um importante alvo nas abordagens qualitativas. Na medida em que o observador acompanha *in loco* as experiências diárias dos sujeitos, pode tentar apreender a sua visão de mundo, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e às suas próprias ações. Além disso, as técnicas de observação são extremamente úteis para "descobrir" aspectos novos de um problema. Isto se torna crucial nas situações em que não existe uma base teórica sólida que oriente a coleta de dados (Ludke e André, 2018, p. 31).

Quanto ao registro em diário de campo, Ludke e André (2018), em referência a Bogdan e Biklen (1982), afirmam que o conteúdo das observações envolve duas partes: uma descritiva e outra reflexiva. A parte descritiva se refere ao registro pormenorizado do que ocorre "no campo", tais como a descrição dos sujeitos, a reconstrução de diálogos, a descrição de locais, de eventos especiais e atividades, bem como os comportamentos do observador. Quanto às observações pessoais do observador na fase de coleta, como sentimentos, problemas, ideias, impressões, dúvidas, incertezas e surpresas, estas compõem a parte reflexiva das observações.

Assim, o diário de campo possibilita, portanto, a documentação de observações, tais como a descrição das atividades dos sujeitos, relatos de acontecimentos diversos, bem como a natureza das ações, sendo, portanto, um importante instrumento de reflexão.

A utilização do portfólio como instrumento de coleta de dados encontra respaldo em Sá-Chaves (2007), que considera este instrumento um potencializador da reflexão acerca das práticas desenvolvidas na formação de professores, uma vez que favorece o registro, a sistematização de reflexões e o desencadeamento de novas aprendizagens. De igual modo, Gatti *et al.* (2019), em referência a Sá-Chaves (2000), afirmam que

por meio do portfólio, o futuro professor pode analisar de forma sistemática e com a mediação do formador, a construção de seu próprio processo de conhecimento teórico e prático favorecendo, deste modo, a atribuição de sentido(s) às situações e aos conceitos que constituem a aprendizagem da docência, estimulando o seu desenvolvimento crítico e reflexivo (Gatti *et al.*, 2019, p. 200).

As autoras finalizam sinalizando que, na formação inicial de professores, o portfólio estimula o diálogo entre o professor e o estagiário ao longo do processo de construção do conhecimento. Assim, este instrumento foi utilizado ao longo de todo o percurso formativo, no qual cada participante tinha o seu próprio portfólio digital, que foi sendo alimentado com as sínteses e reflexões elaboradas acerca do conteúdo estudado.

3.3 Metodologia de Construção do Produto Educacional

A construção do produto educacional seguiu uma abordagem metodológica estruturada e orientada pelas necessidades formativas identificadas entre os residentes. Inicialmente, foram conduzidas entrevistas para conhecer as percepções desses residentes sobre a temática em estudo. Com efeito, foram identificadas visões simplistas e ingênuas sobre a natureza da ciência e da tecnologia, além de uma falta de entendimento das inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Esse diagnóstico foi fundamental para direcionar o planejamento da proposta formativa, garantindo que o conteúdo abordado atendesse diretamente às necessidades observadas.

Com base nos resultados da entrevista inicial, foram definidos cinco eixos temáticos principais que constituem o núcleo do produto educacional: (1) o campo CTSA, (2) a ciência, (3) a tecnologia, (4) as inter-relações CTSA e (5) a educação e o ensino CTSA. Esses temas foram cuidadosamente selecionados para oferecer uma visão, ainda que geral, de cada um dos componentes da sigla CTSA, com o objetivo de fornecer aos residentes uma compreensão mais realista sobre a prática científica e suas relações com a tecnologia, a sociedade e o ambiente, alinhando-se as necessidades de formação observadas.

A próxima etapa envolveu a pesquisa e a seleção de obras e autores que pudessem fornecer a base teórica necessária para a elaboração dos textos do produto educacional. Foram realizadas buscas em periódicos científicos e em bibliotecas com o objetivo de identificar fontes relevantes para a construção do produto. Essa seleção de fontes teóricas possibilitou a fundamentação dos textos com base em autores de referência nas áreas de estudos CTSA e natureza da ciência.

Após a elaboração dos textos, a próxima etapa consistiu na gravação de videoaulas que resumem as temáticas abordadas nos módulos. Essas videoaulas foram produzidas para complementar os textos e fornecer uma síntese dos temas estudados. Posteriormente, foram hospedadas em um perfil específico no *Instagram*, criado para facilitar o acesso ao material e promover uma aprendizagem mais interativa e acessível.

Segundo Freitas (2021), ao elaborar produtos educacionais, é importante considerar não apenas a forma física ou digital, mas também os componentes internos, como a organização dos conteúdos e conceitos, a estrutura didática, e a adequação ao contexto de aplicação. Nesse sentido, a elaboração do produto educacional foi guiada por uma preocupação constante com a adequação pedagógica e a eficácia na formação de professores, visando não apenas a transmissão de conteúdo, mas a promoção de uma reflexão crítica acerca das relações CTSA.

Por fim, todo o processo foi orientado pela perspectiva de que um produto educacional deve ir além da sua materialização física, sendo visto como um recurso que facilita a aprendizagem e que pode ser replicado em diferentes contextos educacionais, conforme apontado por Freitas (2021). Assim, o produto foi desenhado para ser um material didático formativo com potencial de aplicação em diversos espaços formativos.

3.4 A Análise de Dados

Conforme já anunciado, os dados analisados foram aqueles obtidos por meio de três principais instrumentos: entrevistas iniciais, observações registradas em diário de campo e narrativas elaboradas pelos participantes em seus portfólios ao longo do processo formativo. Dessa forma, abrangeu desde o diagnóstico inicial até a avaliação final do processo formativo.

Como procedimentos metodológicos de análise dos dados, seguiu-se os princípios da análise de conteúdo (Bardin, 2016), que consiste em uma abordagem sistemática e estruturada para analisar o conteúdo de comunicações, com o objetivo de extrair significados, padrões e relações subjacentes. Oferece, assim, diretrizes para uma análise organizada e rigorosa.

Neste método de análise, a organização dos dados ocorre em três etapas: a pré-análise, a exploração do material e, por fim, o tratamento dos resultados obtidos e sua interpretação. A pré-análise, marcada pelo primeiro contato do pesquisador com os dados, incorpora a leitura flutuante como uma de suas atividades, permitindo a formação das primeiras impressões. A etapa subsequente, a exploração do material, é uma fase extensa, caracterizada por repetidas análises do conteúdo, incluindo atividades de codificação, decomposição e enumeração. Por fim, a fase de tratamento dos resultados é o momento em que o pesquisador confere significado aos dados, elaborando inferências em relação ao que foi revelado, Bardin (2016).

No universo da análise de conteúdo enquanto estratégia, optou-se pela análise categorial, que envolve a organização e classificação sistemática de elementos significativos presentes nos dados. Portanto, o pesquisador identifica temas relevantes a partir do material analisado, o que permite agrupar elementos semelhantes, facilitando a compreensão das

tendências, padrões e significados subjacentes ao conteúdo. Com efeito, a categorização auxilia na interpretação e na formulação de conclusões a partir do material analisado (Bardin, 2016).

No que se refere à elaboração das categorias, é importante ressaltar que esta se deu durante o processo de exploração do material. No quadro a seguir, apresenta-se as categorias de análise elaboradas. Ressalta-se que estas foram construídas a partir dos dados obtidos na investigação. Tais categorias serão objeto de discussão na seção 5 desta dissertação.

Quadro 1: Categorias de Análise

1º etapa: Entrevista Narrativa Inicial	
Categoria: Percepção inicial dos residentes sobre a temática	
2º etapa: Avaliação do Produto Educacional a partir das Narrativas dos Residentes	
Categoria: Contribuições do Produto Educacional na formação inicial de professores para a mobilização da educação CTSA	
Subcategorias	Conhecendo o campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)
	Entendendo a Ciência como Prática Social
	Entendendo a Tecnologia como Prática Social
	Visualizando relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
	Conhecendo a Educação e o Ensino CTSA
	Elaborando Proposta Didática com Abordagem CTSA
	Percepções dos Residentes sobre as Contribuições do Produto Educacional

Fonte: elaborado pelo autor.

4 PRODUTO EDUCACIONAL: DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO

Existem várias definições para Produto Educacional (PE), mas, para além da forma, Freitas (2021) entende o PE na área de ensino como um objeto/processo que facilita uma experiência de ensino-aprendizagem e que promove mudança e enriquecimento em alguns aspectos, sejam eles conceituais, perceptivos, afetivos, de habilidades ou atitudes.

Além disso, esse autor defende que um Produto Educacional (PE) pode ser caracterizado de duas maneiras: pela sua função didática, que abrange a finalidade de aprendizagem e as metodologias utilizadas para alcançá-la, e pela sua forma, que se refere aos meios, recursos ou instrumentos empregados para sua materialização.

O produto educacional desenvolvido caracteriza-se como um *Material Didático Formativo*, composto por textos, videoaulas e sugestões de conteúdos complementares. Ressalta-se que ele foi elaborado a partir de autores de referência no campo de estudo CTSA e avaliado por meio de um curso de formação pedagógica, cadastrado no Instituto Federal de Goiás (IFG), o qual possibilitou a certificação dos participantes por esta instituição.

O objetivo do material didático é fornecer saberes teórico-práticos acerca do campo CTSA, apoiando os professores na elaboração de propostas didáticas nessa perspectiva, a fim de promover a educação científica no contexto escolar. Para isso, a proposta oferece um panorama dessa perspectiva, de forma que os professores tenham uma visão mais realista acerca da natureza da ciência e da tecnologia, subsidiando-os para a elaboração de propostas didáticas com essa abordagem, e, assim, possam promover a educação científica dos estudantes.

É importante esclarecer que a pretensão não se resume a trazer respostas para as perguntas "o que é Ciência?" ou "o que é Tecnologia?", mas sim promover reflexões sobre a visão herdada da ciência e também sobre a participação de fatores sociais e humanos na produção da ciência e da tecnologia, bem como a relação destas com a sociedade e o ambiente.

O material didático foi organizado em cinco módulos. O primeiro módulo apresenta o campo CTSA, enquanto o segundo oferece reflexões sobre a natureza da Ciência. O terceiro módulo trata das reflexões sobre a Tecnologia, seguido pelo quarto módulo, que discute as inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Por fim, o quinto módulo apresenta a Educação e o Ensino CTSA.

4.1 Os Participantes do Curso

O material didático (PE) foi avaliado por meio de um curso de formação pedagógica. Foram convidados cinco professores de Ciências em formação inicial, bolsistas do Programa Residência Pedagógica (PRP) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que atuavam como residentes do programa na unidade escolar em que eu atuo, sob minha supervisão, pois atuei como preceptor no âmbito do PRP. Todos os cinco residentes aceitaram o convite para participar, assinando, para tanto, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Em entrevista inicial, foi-lhes perguntado o que esperavam do curso, e as respostas estão no quadro abaixo, juntamente com outras informações pertinentes.

Quadro 2: Os Participantes do Curso

Residentes (nomes fictícios)	Idade	Formação	Motivo para participar do curso
Andreia	26	Licenciatura em Ciências Biológicas (em formação inicial)	Aprimorar a formação
Carla	28	Licenciatura em Ciências Biológicas (em formação inicial)	Conhecer a abordagem
Maria	23	Licenciatura em Ciências Biológicas (em formação inicial)	Melhorar a prática docente
Rafaela	23	Licenciatura em Ciências Biológicas (em formação inicial)	Aprender sobre Ciência e Tecnologia
Davi	25	Licenciatura em Ciências Biológicas (em formação inicial)	Aprender outras formas de abordar o conteúdo de Ciências

Fonte: elaborado pelo autor.

Além das informações apresentadas, os residentes compartilharam suas motivações para escolher o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e discutiram as contribuições do PRP em suas formações. Andreia, por exemplo, mencionou que optou por cursar Biologia devido à sua longa afinidade com a área. Ela destacou que o Programa de Residência Pedagógica (PRP) foi fundamental para o amadurecimento de sua compreensão sobre o que significa ser professora, bem como para refletir sobre sua escolha profissional.

Carla, que conciliava as atividades do PRP com seu trabalho na secretaria de uma escola municipal, esclareceu que optou pela Licenciatura em Ciências Biológicas por ser um curso noturno e a opção que mais lhe interessava entre as disponíveis. A residente enfatizou que o PRP permitiu entender melhor o cotidiano escolar, vivenciar experiências com alunos e preceptores, além de alinhar a teoria aprendida em sala de aula com a prática diária.

Maria, por sua vez, revelou que sua decisão de cursar Biologia foi condicionada pela nota obtida no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Para ela, a principal contribuição do PRP foi ajudá-la a controlar o nervosismo ao dar aulas e vencer a timidez.

Rafaela, que conciliava as atividades do PRP com seu trabalho enquanto operadora de caixa em um supermercado, mencionou que escolheu Biologia por gostar da disciplina na escola. Ela afirmou que o PRP foi essencial para seu aperfeiçoamento como futura professora e para superar o medo de enfrentar a sala de aula.

Davi, que trabalhava em uma funerária do município, conciliando suas atividades no PRP com o trabalho, relata que sua escolha por Biologia está relacionada à afinidade que desenvolveu com a matéria no ensino médio. Davi destacou que a experiência de estar em sala de aula antes mesmo de concluir a formação, com a orientação adequada, ajudou-o a superar medos relacionados ao ato de ensinar. Ele mencionou ainda que o PRP possibilitou a aprendizagem desde a preparação de um plano de aula até sua execução, além de oferecer métodos variados para avaliar o desempenho de uma turma.

É importante esclarecer que todos os residentes participantes do curso, quando este foi desenvolvido (fevereiro e março de 2024), estavam matriculados no penúltimo período da Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus do Araguaia.

4.2 Descrição dos Momentos do Curso

O curso, com uma carga horária total de 40 (quarenta) horas, foi estruturado de forma a combinar momentos síncronos e assíncronos. Dos encontros realizados, 5 (cinco) horas foram dedicadas a atividades síncronas, distribuídas em dois encontros virtuais, que utilizaram a plataforma *Google Meet* como ferramenta tecnológica. Essa escolha foi feita com base na familiaridade já existente dos residentes com a plataforma, o que facilitou a interação e o engajamento durante as sessões ao vivo.

As 35 (trinta e cinco) horas restantes foram conduzidas de forma assíncrona, por meio da recomendação de leitura de textos relacionados ao tema e de videoaulas preparadas por mim, professor pesquisador responsável. As videoaulas foram disponibilizadas na rede social *Instagram*, no perfil "@ensino.ctsa", o que permitiu não apenas a flexibilidade de acesso para os participantes, mas também a democratização do conhecimento, uma vez que o conteúdo ficou e está acessível ao público em geral. Vale destacar que, para facilitar o acesso ao perfil e ao conteúdo disponibilizado, foi gerado um código QR, que pode ser escaneado a seguir.

Figura 1 – Código QR para Acesso ao Perfil no *Instagram*



Fonte: elaborado pelo autor.

É possível, também, acessar o perfil diretamente através do seguinte link:
https://www.instagram.com/ensino.ctsa?igsh=YzZhNWs5eW85bjk3&utm_source=qr.

A criação de um perfil dedicado a videoaulas nesta rede social apresenta um grande potencial para a divulgação do produto educacional e o aumento do seu alcance. Além disso, a plataforma permite a interação direta com o público por meio de comentários e mensagens, podendo fomentar a criação de uma comunidade em torno do produto educacional. Além disso, para facilitar a socialização de materiais e a comunicação entre professor e os residentes participantes do curso, foi criado um grupo em um aplicativo de mensagens.

É importante enfatizar, também, que para cada módulo foram elaborados um texto de apoio, uma videoaula, sugestões de conteúdo complementar e um roteiro para a síntese do respectivo módulo. Quanto aos momentos do curso, ocorreram conforme o quadro a seguir.

Quadro 3: Organização dos Momentos do Curso

Módulo/Encontro	Temática	Período/Data	Total/horas	Modalidade
Módulo 1	O Campo CTSA	08/02 a 15/02	7h	Assíncrono
Módulo 2	A Ciência	16/02 a 23/02	7h	
Módulo 3	A Tecnologia	24/02 a 02/03	7h	
Módulo 4	As Relações CTSA	03/03 a 10/03	7h	
Módulo 5	Educação/Ensino CTSA	11/03 a 18/03	7h	
1º Encontro Síncrono	O Campo CTSA, C&T, Relações CTSA	20/03	2h30min	Síncrono
2º Encontro Síncrono	Educação/Ensino CTSA	27/03	2h30min	

Fonte: elaborado pelo autor.

É importante esclarecer que, para o melhor desenvolvimento e aproveitamento dos estudos de cada módulo, foi sugerido o seguinte fluxo: iniciar com a leitura do texto de apoio do respectivo módulo, seguida pelo estudo do conteúdo complementar. Depois, assistir ao vídeo correspondente ao módulo e, por fim, elaborar uma narrativa escrita sobre o que foi aprendido ao estudar o conteúdo do módulo em questão. Considera-se a atividade de escrita importante para a reflexão e fixação do conteúdo estudado. Para essa atividade, foi sugerido um roteiro com o objetivo de guiar os residentes pelos principais pontos abordados no módulo.

Antes de iniciar o primeiro módulo, foi necessário apresentar a proposta do curso, bem como sua organização, metodologia, formas de avaliação e cronograma das atividades. Não houve necessidade de apresentar os residentes participantes, pois todos já se conheciam da escola onde atuavam.

Para a apresentação da metodologia, das formas de avaliação e do cronograma das atividades, foi utilizado um grupo em um aplicativo de mensagens para socializar as informações. A proposta do curso e sua organização foram apresentadas por meio de um vídeo, hospedado no *Instagram* em um perfil criado especificamente para essa finalidade. O vídeo de apresentação gravado pelo pesquisador está disponível em: https://www.instagram.com/reel/C3kj1RKugTj/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRlODBiNWFiZA==. Acesso em: 05 mai. 2024. A seguir, é apresentado o desenvolvimento dos módulos e os momentos síncronos e assíncronos do curso.

4.2.1 Módulo 1

O primeiro módulo, cujo objetivo foi conhecer o campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), teve como temática o próprio campo CTSA. Assim, discutiu-se o contexto de surgimento do movimento CTSA, as principais personalidades envolvidas e as finalidades do movimento.

Certamente, este módulo permitiu aos residentes visualizar o surgimento do movimento CTSA como uma manifestação da preocupação com os aspectos sociais e ambientais relativos às aplicações da ciência e da tecnologia, bem como em função de uma mudança de visão acerca da natureza destas.

O texto de apoio deste módulo, elaborado a partir dos referenciais do campo CTSA, pode ser acessado em: https://drive.google.com/file/d/1349-z8g6ZMA3PXbqy6ybt1QSMWwofjy1/view?usp=drive_link

Quanto ao vídeo com o resumo do módulo, gravado e hospedado na rede social *Instagram*, pode ser acessado por meio do link a seguir: https://www.instagram.com/reel/C3kjR2iOpQr/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRlODBiNWFiZA==. Acesso em: 05 mai. 2024.

Foi sugerido, também, a leitura de textos complementares, a fim de ampliar o conhecimento sobre a temática, sendo:

- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. *Iberciência*, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em https://drive.google.com/file/d/1U0gbdD5N0135K0CAN9CeicKC1_3oxDgy/view?usp=drive_link
- SIQUEIRA, G.; C.; de; *et al.* CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1vIjZic2Cg9xzc104276zzZl9C7cQjSGk/view?usp=drive_link

O roteiro sugerido para guiar a escrita da narrativa deste módulo pode ser encontrado no link a seguir: https://drive.google.com/file/d/1jaVkqC5d6JWaqWsmrv3nlAc1UOG-K5pf/view?usp=drive_link.

4.2.2 Módulo 2

O segundo módulo abordou a temática "ciência", tendo como objetivo compreendê-la como um processo de produção social, desmistificando a visão de ciência tradicional, neutra, positiva e individual. Para isso, abordou-se a concepção tradicional de ciência, bem como sua suposta neutralidade. Assim, foi possível desconstruir crenças e mitos sobre a ciência que ainda são propagados, revelando-a como um empreendimento humano, sujeito a interferências diversas. Em síntese, apresentou a ciência como uma prática social e mutável.

O texto de apoio elaborado para subsidiar os estudos do módulo 2, pode ser acessado por meio do link a seguir: https://drive.google.com/file/d/1Ssi6GKoyK-_7uav3-vpH0LWHpxedo2Uq/view?usp=drive_link.

Já o vídeo com o resumo do módulo, disponível no *Instagram*, pode ser acessado em: https://www.instagram.com/reel/C3kifYDOqxZ/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRlODBiNWFiZA==. Acesso em: 05 mai. 2024.

Além disso, foi sugerido a leitura de dois artigos para complementar o conteúdo deste módulo, sendo:

- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1qBxwWvNiVCbnJblfX5HPjy9aznePY-6/view?usp=drive_link
- BERTOTTI, M. Resenha crítica da obra: “um discurso sobre as ciências”, de Boaventura de Sousa Santos. **Revista Direito em Debate**, v. 23, n. 41, p. 280–292, 2014. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1YMofT77CndpmC_G7cWghLRBbaTmPyDSB/view?usp=drive_link.

O roteiro sugerido para guiar a elaboração da narrativa referente ao módulo 2, pode ser acessado por meio do link a seguir: https://drive.google.com/file/d/1vQ1DE8GFn2xamSERtKKAdp9Q5LDUauio/view?usp=drive_link.

4.2.3 Módulo 3

O terceiro módulo abordou a temática "tecnologia", tendo como objetivo proporcionar aos residentes o entendimento desta como um processo de produção social, de forma a desconstruir algumas concepções e mitos sobre a tecnologia.

Ao abordar a tecnologia como uma prática social, o módulo possibilitou o entendimento de que ela não está isolada de vieses e interesses dos grupos que a desenvolvem. Assim, a noção de neutralidade tecnológica, muitas vezes defendida, é amplamente questionada pelo campo CTSA, visto que a tecnologia é intrinsecamente uma atividade humana.

Além disso, o módulo problematizou alguns mitos, como o determinismo tecnológico, a perspectiva salvacionista da C&T, bem como o endosso ao modelo tecnocrático de decisões.

O texto de apoio do módulo 2 está disponível em: https://drive.google.com/file/d/1c7B7AidET41YuSyYMNzwpeEOWLynN2l6/view?usp=drive_link.

O vídeo com o resumo do módulo está disponível no *Instagram*, acessível em: https://www.instagram.com/reel/C3kiH36um7f/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRlODBiNWFiZA==. Acesso em: 05 mai. 2024.

As leituras sugeridas para complementar o conteúdo deste módulo são os seguintes artigos:

- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1qBxwWvNiVCbnJblfX5HPjy9aznePY-6/view?usp=drive_link
- BANDEIRA, A. E. O conceito de tecnologia sob o olhar do filósofo Álvaro Vieira Pinto. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 15, n. 1, 2011. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1bsWIWKWrLivXVbMPb39Bp_DkCtOfOYmS/view?usp=drive_link
- PIRES, R, F, L. Os quatros significados de tecnologia em Álvaro Vieira Pinto. **Iniciação e formação docente**. v. 8. n. 3. 2021. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1LZ9UQIaLv-jARPgKN3GPe0QnyzWw7U1s/view?usp>

Quanto ao roteiro sugerido para a tecitura da narrativa do módulo 2 se encontra disponível em: https://drive.google.com/file/d/1iXHjcvy6-u63pZ0Xg862YrI0c4y7N48u/view?usp=drive_link

4.2.4 Módulo 4

Este módulo teve como temática as relações CTSA e objetivou possibilitar aos residentes a visualização das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Para tanto, seu conteúdo abordou as principais formas com que a ciência se relaciona com a Tecnologia, e a Ciência e a Tecnologia com a Sociedade e o ambiente. Procurou, também, apresentar modelos de interação ciência-sociedade, as principais formas de divulgação da C&T, bem como a importância da participação social nas decisões sobre temas tecnocientíficos.

O texto de apoio elaborado para o módulo 4 pode ser acessado por meio do link: https://drive.google.com/file/d/1kkUBogeODJYU1UszvVkDf3zWZnT9JZwB/view?usp=drive_link.

Já o vídeo com o resumo do respectivo módulo está disponível no perfil do *Instagram*, podendo ser acessado por meio do link: https://www.instagram.com/reel/C3khxQxOv7Z/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRlODBiNWFiZA==. Acesso em: 05 mai. 2024.

Quanto às leituras complementares sugeridas para este módulo, foram indicados os seguintes artigos:

- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1h80VtzaWEc8gB1K0u7Yw4bnJ9tdpOQY5/view?usp=drive_link
- FELIX DE LIMA, D. C.; DANTAS, J. M.; PRADO AMARAL ROSA, M. Interações entre tecnologia, ciência e sociedade na concepção de professores em formação inicial de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 6, n. especial, 2023. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1d0ZGo0GUNXXFV4ySGe_7qIGK9WoIQ-89/view?usp=drive_link

O roteiro com sugestões para a elaboração da narrativa do módulo 4, o qual está hospedado no *Google Drive*, pode ser acessado em: https://drive.google.com/file/d/1xyNKXJYvM2RihRONUAX8EawaL6fdsVVK/view?usp=drive_link.

4.2.5 Módulo 5

Este módulo focalizou a Educação e o Ensino CTSA, tendo como objetivo possibilitar aos residentes conhecerem essas abordagens, bem como as formas de implementação do ensino CTSA em sala de aula.

O conteúdo abordado neste módulo apresentou o principal objetivo da Educação e Ensino CTSA como sendo a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. Além disso, focalizou as formas de se trabalhar nessa perspectiva, dando especial atenção ao trabalho com temáticas que envolvem as relações CTSA, que podem ser inseridas nos conteúdos de ciências.

Ademais, houve a preocupação de elucidar a importância de que essa perspectiva didática não seja vista como uma solução milagrosa para todos os entraves que se manifestam em sala de aula, mas que seja vista como uma forma de apresentar, organizar e disseminar conhecimento, conforme preconizado por Chrispino (2017).

O texto de apoio para este módulo, fundamentado nos referenciais que abordam a Educação e Ensino CTSA, está disponível em: https://drive.google.com/file/d/1WEY4ECNdN78QNQ_bYxSVqgb93oIO9OPt/view?usp=drive_link.

O vídeo com o resumo do módulo, gravado e hospedado na rede social *Instagram*, pode ser acessado por meio do link a seguir: https://www.instagram.com/reel/C3kg5CPOgNv/?utm_source=ig_web_copy_link&igsh=MzRIODBiNWFIZA==. Acesso em: 05 mai. 2024.

Para este módulo foram recomendadas as leituras de artigos complementares para ampliar o conhecimento sobre o tema, sendo:

- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. *Iberciência*, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1JmS7xjLtXttOzQDOHzOODPJzW2_G4O61/view?usp=drive_link
- OLIVEIRA, M. P. Os mitos da ciência e da tecnologia: uma reflexão filosófica acerca da educação ciência, tecnologia e sociedade. **Alexandria**. v. 16. n.1. Florianópolis, 2023. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1U5kKBZzCDyhrIreGCOPMosudfWa1JmfZ/view?usp=drive_link

O roteiro com sugestões para a elaboração da narrativa do módulo 2 está disponível no link abaixo: https://drive.google.com/file/d/1O9xLnZV9KlOLbHyOH3A8sx-Y1uTV2n6a/view?usp=drive_link.

4.2.6 Primeiro Encontro Síncrono

Este encontro consistiu em um momento para a socialização e discussão das sínteses/narrativas elaboradas pelos residentes durante os quatro primeiros módulos do curso, a saber: o Campo CTSA, a Ciência, a Tecnologia e as relações CTSA. A intenção foi esclarecer dúvidas e aprofundar os temas estudados nos módulos mencionados.

Para tanto, cada residente apresentou suas narrativas. Primeiro, foram apresentadas as narrativas referentes ao primeiro módulo, seguido de um momento para discussão. Depois, procedeu-se à apresentação das narrativas sobre o segundo módulo, seguido de mais um momento para discussão, e assim também ocorreu com os módulos três e quatro.

Os momentos de discussão foram importantes, pois permitiram ampliar os saberes sobre as temáticas, principalmente no que se refere a alguns aspectos que se mostraram latentes sobre o surgimento do Campo CTSA, a natureza da C&T, bem como as relações destas com a Sociedade. Na imagem a seguir, apresenta-se um dos *slides* utilizados no encontro.

Figura 2 – Print da Tela dos Slides do Primeiro Encontro Síncrono



Fonte: elaborado pelo autor.

4.2.7 Segundo Encontro Síncrono

Este encontro possibilitou a ampliação das discussões acerca da Educação e do Ensino CTSA, temática do quinto módulo do curso. Para tanto, teve início com a apresentação, pelos residentes, das sínteses/narrativas elaboradas durante o estudo do módulo, consistindo em um momento de socialização e discussão da temática.

Na oportunidade, enquanto professor do curso, reafirmei os objetivos da Educação e do Ensino CTSA. Além disso, estabeleci relações entre o Ensino CTSA, a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes e a participação social nas decisões sobre C&T.

Em seguida, focalizei o enxerto de temas CTSA nos conteúdos de Ciências, como forma de implementar a abordagem em sala de aula. Além disso, enfatizei a necessidade da elaboração de propostas didáticas para desenvolver um trabalho na perspectiva CTSA, visto que nem sempre os livros didáticos, por exemplo, abordam os conteúdos nessa perspectiva.

Como trabalho final, os residentes foram convidados a elaborar uma proposta didática com abordagem CTSA. O tema escolhido foi "Agrotóxicos", devido à sua relevância para o contexto social e econômico de Mato Grosso. Os residentes, organizados em grupo, colaboraram no planejamento da proposta através do *Google Docs.*, sob minha orientação. A proposta está anexada a esta dissertação.

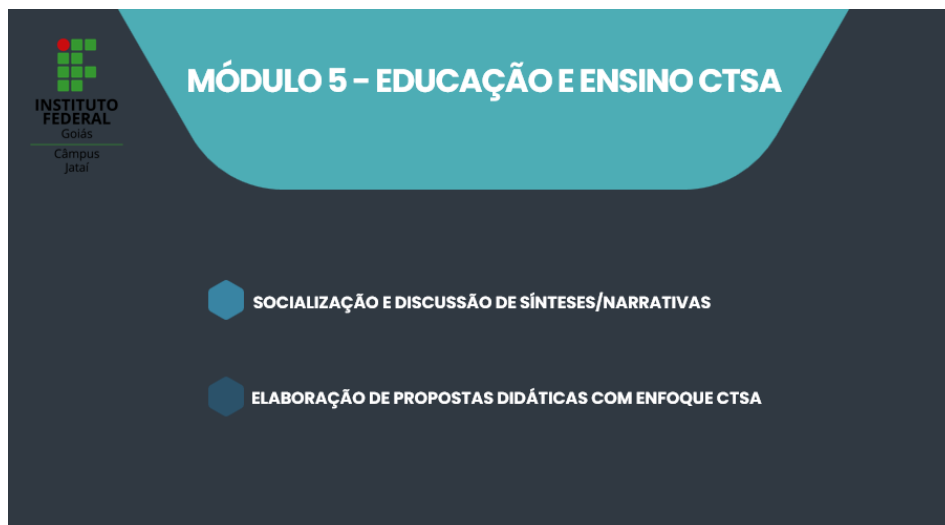
A proposta, desenvolvida para o componente curricular Ciências da Natureza, tem como público o Ensino Médio, visando desenvolver as habilidades (EM13CNT304) e (EM13CNT104) da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). No âmbito da (EM13CNT304), os alunos são incentivados a analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza, como as tecnologias do DNA,

tratamentos com células-tronco, produção de armamentos e controle de pragas. Já a habilidade (EM13CNT104) direciona a avaliar os potenciais impactos de diversos produtos à saúde e ao meio ambiente, considerando fatores como composição, toxicidade, reatividade e nível de exposição. Isso deve resultar em propostas de soluções para o uso adequado desses materiais.

Os objetivos da proposta incluem a compreensão do conceito de agrotóxicos e seus diferentes tipos, a análise de seus impactos na saúde humana, no meio ambiente e na sociedade, a compreensão das inter-relações entre agrotóxicos, ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, o desenvolvimento do senso crítico e da capacidade argumentativa dos alunos e a promoção da participação social em busca de alternativas sustentáveis ao uso desses produtos.

Para atingir esses objetivos, a proposta prevê a utilização de recursos didáticos como documentários e noticiários, que fornecerão informações relevantes para os debates. As estratégias pedagógicas incluem aulas expositivas dialogadas e rodas de conversa, criando um ambiente interativo que estimule a reflexão e o debate. A imagem a seguir mostra um dos *slides* utilizados nesse encontro.

Figura 3 – Print da Tela dos Slides do Segundo Encontro Síncrono



Fonte: elaborado pelo autor.

5 A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A EDUCAÇÃO CTSA: O QUE DIZEM OS DADOS?

Nesta seção, serão apresentadas as análises e discussões dos dados obtidos em diferentes etapas da pesquisa. Primeiramente, serão discutidos os resultados das entrevistas iniciais, que tiveram como objetivo conhecer a percepção dos residentes sobre temas como CTSA, Educação/Ensino CTSA, Alfabetização Científica e Tecnológica, e Natureza da Ciência e Tecnologia. Em seguida, serão abordados os dados coletados ao longo do desenvolvimento do Produto Educacional, por meio de observações registradas em diários de campo e narrativas elaboradas pelos residentes em seus portfólios. Por fim, será apresentada a análise das entrevistas finais, nas quais os residentes compartilharam suas percepções sobre as principais contribuições do Produto Educacional para sua formação. Dessa forma, a seção busca explorar as contribuições do Produto Educacional na formação inicial de professores, especialmente no que se refere à mobilização da educação CTSA.

A investigação dos dados foi conduzida de forma minuciosa e sistemática, permitindo uma compreensão ampla e detalhada tanto das percepções iniciais sobre a temática quanto das contribuições do produto educacional para a formação dos futuros professores. Esta seção, portanto, foca na análise e interpretação dos dados que emergiram ao longo da pesquisa.

5.1 Percepção Inicial dos Residentes sobre a Temática

Para iniciar a análise das contribuições do produto educacional, é essencial, em primeiro lugar, conhecer as percepções dos residentes sobre os temas abordados, como CTSA, Educação/Ensino CTSA, Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e a Natureza da Ciência e Tecnologia, antes do desenvolvimento do material didático. A partir das entrevistas realizadas com os residentes, cujas narrativas estão detalhadas nos quadros 4, 5, 6, 7 e 8, foram obtidos resultados iniciais que revelam suas concepções prévias sobre esses temas.

Quadro 4: Percepção Inicial de CTS/CTSA

Questão: Você sabe o que é CTS/CTSA?	
Residentes	Narrativas
Andreia	Ouvi falar, mas não sei explicar
Carla	Não sei.
Maria	Não sei explicar.

Rafaela	Ciência, Tecnologia e Sociedade, é conceito que destaca que a ciência, tecnologia e a sociedade andam juntos.
Davi	Uma abordagem metodológica que aborda as dimensões de ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente em um conteúdo.

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

Com base nas narrativas apresentadas no Quadro 4, observou-se que, do total de entrevistados, apenas dois souberam explicar o significado de CTS/CTSA. Em contrapartida, os outros três não souberam, embora um deles tenha afirmado já ter ouvido falar sobre o tema.

Analisando as respostas dos residentes que souberam dar alguma explicação sobre o que é CTS/CTSA, verificou-se que Davi afirmou tratar-se de uma abordagem metodológica que considera as dimensões da ciência, da tecnologia, da sociedade e do meio ambiente em um conteúdo. No entanto, é importante esclarecer que CTSA não é apenas uma abordagem educacional, como apontado por Davi. A partir de Chrispino (2017, p. 17), podemos entender CTSA como algo mais amplo, um campo de estudo cuja "missão central é a de expressar a interpretação da ciência e tecnologia como um processo social", mas que, de fato, tem desdobramentos na educação, ou seja, uma vertente curricular.

Já Rafaela afirmou que se trata de um conceito que destaca que a ciência, a tecnologia e a sociedade andam juntas. É possível inferir dessa narrativa que a participante quis esclarecer que CTS/CTSA foca nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Certamente, é uma visão adequada de CTSA, pois entender e problematizar as inter-relações estabelecidas entre os elementos dessa sigla está na gênese desse campo de estudos. Quanto às residentes Andreia, Carla e Maria, disseram não saber explicar do que se trata, embora Andreia tenha admitido já ter ouvido falar sobre o assunto.

Tais dados corroboram com a perspectiva de Cunha (2023), que, em estudos realizados, sinaliza que ainda é incipiente a presença da abordagem CTSA nos cursos de formação inicial de professores, o que pode justificar a incompreensão ou compreensão superficial do que constitui CTS/CTSA.

Quadro 5: Percepção Inicial de Educação/Ensino CTS/CTSA

Questão: Para você, o que é Educação e Ensino CTS/CTSA?	
Residentes	Narrativas
Andreia	Não sei.
Carla	Também não sei.
Maria	Não sei.
Rafaela	Não sei.

Davi	É uma educação que foge dos parâmetros da abordagem tecnicista de ensino em sala de aula. Essa abordagem teórica considera que, ao tratar de um problema como a dengue, não é apenas a parte viral que deve ser estudada, mas também a tecnologia envolvida na fabricação de medicamentos, as questões sociais que afetam os grupos mais vulneráveis a essa doença e as questões ambientais que também estão relacionadas.
------	--

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

A partir do Quadro 5 apresentado e com base nas informações coletadas, é possível perceber uma fragilidade no conhecimento prévio sobre educação e ensino CTS/CTSA entre os residentes. Antes do desenvolvimento do Produto Educacional, apenas um deles soube dar um significado para educação/ensino CTS/CTSA, enquanto os outros quatro afirmaram desconhecer.

As residentes Andreia, Carla, Maria e Rafaela afirmaram não saber. Davi, por sua vez, afirmou que se trata de uma abordagem não tecnicista de ensinar os conteúdos, sendo que estes devem ser relacionados com aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. É possível inferir que se trata de uma visão adequada, considerando que o ensino nessa perspectiva vai além da transmissão de conceitos científicos, devendo estes serem problematizados e relacionados com os aspectos sociais, tecnológicos e ambientais, com o objetivo principal de promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, conforme defendido por Chrispino (2017).

Egevardt *et al.* (2021) também corroboram essa defesa ao sinalizar que CTSA implica um "movimento de distanciamento das aulas tradicionais, pautadas na transmissão verticalizada de conteúdos a estudantes tidos como vazios de saberes e conhecimentos". Os autores denunciam que o ensino tradicional, baseado na transmissão de informações, pouco contribui para a formação dos cidadãos para analisar, discutir e se posicionar diante das questões sociais e científicas atuais, as quais afetam a vida de todos.

Quadro 6: Percepção Inicial de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)

Questão: O que é Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e seus objetivos?	
Residentes	Narrativas
Andreia	Não sei.
Carla	É compreender a ciência e suas tecnologias, e formar pessoas que conheçam os conceitos científicos e entendam as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
Maria	Não sei.
Rafaela	Não sei.
Davi	Não sei.

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

Diante das narrativas apresentadas no Quadro 6, é possível visualizar que apenas um dos entrevistados demonstrou compreensão, ainda que parcial, sobre o que é Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e seus objetivos. Os outros quatro entrevistados não souberam responder, sinalizando desconhecimento acerca do tema.

Ao analisar as respostas, os dados mostram que Carla apresentou uma definição básica da ACT e seus objetivos, demonstrando uma compreensão parcial do conceito. No entanto, sua resposta carece de complementação no que se refere aos objetivos da ACT, apontados por Santos (2011) como uma formação que instrumentaliza os cidadãos para a tomada de decisões em uma sociedade cada vez mais impregnada de ciência e de tecnologia.

Além disso, tanto Andreia quanto Maria, Rafaela e Davi afirmaram não saber o que é ACT, refletindo uma falta de conhecimento sobre o tema. Essas respostas evidenciam uma lacuna no que se refere à compreensão do que seja a ACT e seus objetivos. Acredita-se que a inexistência de um retorno nesse sentido pode estar diretamente relacionada à forma como está se dando a formação inicial desses futuros profissionais, o que é um sinal de alerta, considerando que a ACT tem sido apontada por diferentes autores (ver, por exemplo, Sasseron, 2017; Cachapuz, 2017; e Chassot, 2018) como o principal objetivo do ensino de Ciências.

Quadro 7: Percepção Inicial sobre a Natureza da Ciência

Questão: <i>"A ciência é um processo objetivo de descoberta e acumulação de conhecimento, em que as teorias e as leis científicas são representações precisas e definitivas da realidade. Ou seja, a ciência é um empreendimento puramente racional, neutro e baseado na aplicação de um código de racionalidade (método científico) livre de influências subjetivas, emocionais ou sociais". O que você pode dizer sobre esta afirmativa?</i>	
Residentes	Narrativas
Andreia	Acho que a afirmativa está correta, pois a ciência é feita baseada em um método.
Carla	Eu concordo com essa afirmativa.
Maria	Concordo com a afirmativa.
Rafaela	Não sei explicar, mas acho que a afirmativa está correta.
Davi	Discordo, pois a ciência não é neutra, muito menos livre de influências subjetivas. Como é produzida por pessoas, ela muitas vezes pode seguir os interesses e convicções daqueles que a produzem.

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

Com base nos dados apresentados no Quadro 7, observa-se que a maioria dos entrevistados (quatro, no total) concordou com a afirmação simplista de que *"A ciência é um processo objetivo de descoberta e acumulação de conhecimento, em que as teorias e as leis científicas são representações precisas e definitivas da realidade. Ou seja, a ciência é um*

empreendimento puramente racional, neutro e baseado na aplicação de um código de racionalidade (método científico) livre de influências subjetivas, emocionais ou sociais". No entanto, um dos entrevistados discordou dessa visão.

Ao analisar as respostas obtidas para o questionamento, percebe-se que Andreia aceitou a afirmativa, argumentando que a ciência é conduzida por um método objetivo. Essa resposta reflete uma compreensão simplificada da complexidade da prática científica, ignorando a influência de fatores sociais e subjetivos na construção do conhecimento científico. Por outro lado, as residentes Carla, Maria e Rafaela concordaram com a afirmativa sem fornecer justificativas ou explicações adicionais, o que sugere uma aceitação passiva da visão tradicional da ciência como um empreendimento puramente racional e objetivo, sem uma compreensão crítica da natureza da ciência.

Quanto a narrativa do residente Davi, é possível observar a discordância em relação à afirmativa, visto que ele destacou que a ciência não é neutra e que não está livre de influências subjetivas, uma vez que ela é produzida por pessoas e, assim, não pode estar livre dos interesses e convicções daqueles que a produzem. Portanto, essa resposta reflete uma compreensão mais realista acerca da natureza da ciência, principalmente por visualizá-la como uma prática social.

A aceitação da afirmativa pelas residentes Andreia, Carla, Maria e Rafaela é um aspecto que precisa ser problematizado, considerando que a afirmação de que a ciência é um processo puramente objetivo, neutro e livre de influências subjetivas, emocionais ou sociais é considerada uma visão simplista e reducionista, que ignora a complexidade da prática científica e sua relação com a sociedade. É o que demonstram diversos autores da filosofia e sociologia da ciência (ver, por exemplo, Kuhn, 2011; Popper, 2007), os quais sinalizam que esta é um empreendimento humano, socialmente construído e permeado por valores, interesses e vieses.

Além disso, a afirmativa está em perfeita sintonia com a visão clássica e tradicional da Ciência, a qual é vista como uma representação precisa da realidade, como um empreendimento autônomo, objetivo, neutro e baseado na aplicação de um código de racionalidade - o método científico - distante de qualquer tipo de interferência, sejam sociais, políticas, psicológicas ou ideológicas (Bazzo *et al.*, 2003). Assim, essa concepção de ciência tende a enfatizar a busca desinteressada pela verdade, a neutralidade e a imparcialidade dos cientistas, bem como a aplicação do método científico de forma linear e universal.

A noção de que a ciência progressivamente se aproxima da verdade absoluta por meio de um processo linear de acumulação de conhecimento não pode ser totalmente verdadeira. Kuhn (2011) argumenta que a ciência não progride de maneira linear e contínua, mas sim por meio de mudanças paradigmáticas que ele chama de "revoluções científicas". Ou seja, ocorrem

mudanças nas concepções básicas, de modo que aquilo que era tido como verdade em determinado período da história deixa de ser em outro. Então, além de o método científico não ser imune às influências subjetivas e externas, a produção do conhecimento não é linear.

Quadro 8: Percepção Inicial sobre a Natureza da Tecnologia

Questão: "A tecnologia não é boa nem má. Seu uso é que pode ser inadequado, não o artefato em si". O que você pode dizer sobre esta afirmativa?	
Residentes	Narrativas
Andreia	Concordo, quando usada de forma correta, a tecnologia pode beneficiar muitas pessoas.
Carla	Concordo, a tecnologia está disponível para ser utilizada, mas é quem a usa e como a utiliza que pode torná-la boa ou má.
Maria	Concordo, mas acredito que a sociedade, especialmente os mais jovens, precisa entender os impactos dessas tecnologias em suas vidas. Muitas inovações tecnológicas fazem parte do nosso cotidiano, e é importante saber lidar com elas para que não afetem negativamente nossas relações.
Rafaela	Eu concordo, pois a tecnologia em si não possui qualidade moral; ela é neutra. O que determina se é "boa" ou "má" geralmente está relacionado ao modo como é utilizada.
Davi	Discordo em parte, pois, embora exista o uso inadequado da tecnologia, em uma sociedade capitalista movida por tendências, o uso pode ser estimulado de diversas formas, o que gera mais riqueza para quem a detém.

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

Considerando os dados apresentados no Quadro 8, observa-se que a maioria dos entrevistados (quatro deles) concordou com a afirmativa simplista de que *"A tecnologia não é boa nem má. Seu uso é que pode ser inadequado, não o artefato em si"*. No entanto, um dos entrevistados disse discordar parcialmente da visão apresentada.

Ao analisar as respostas das residentes Andreia, Carla, Maria e Rafaela, é possível perceber a convergência para a defesa de que a tecnologia em si não é boa nem má, mas sim o uso que se faz dela. Já o residente Davi discorda em partes, pois, para ele, existe sim o uso inadequado da tecnologia, mas, em uma sociedade capitalista, por exemplo, movida por tendências, o uso pode ser estimulado, podendo gerar mais riqueza para quem as detém.

Nesse sentido, a consideração de Davi está em sintonia com Bazzo *et al.* (2003), que esclarecem que as tecnologias não devem ser vistas apenas como ferramentas neutras que podem ser usadas para o bem ou para o mal, considerando que elas podem refletir os interesses, valores e ideologias das sociedades e grupos que as criam.

A questão da neutralidade da tecnologia é complexa e frequentemente debatida. Tecnicamente falando, os objetos e ferramentas tecnológicas em si mesmos não possuem

predisposição moral ou ética, ou seja, não são "neutros" no sentido de não terem uma orientação ética intrínseca. Por exemplo, um martelo pode ser usado para construir uma casa ou para causar danos a alguém, mas o martelo em si não possui uma orientação moral.

No entanto, Feenberg (2009) nos convida à reflexão ao considerar que, ao observar o desenvolvimento, a implementação e o uso da tecnologia em contextos sociais, econômicos e políticos, torna-se evidente que a tecnologia não é neutra. O autor defende que ela é moldada por uma variedade de fatores, incluindo as intenções dos seus criadores, os valores e crenças da sociedade em que é desenvolvida, as relações de poder existentes e as necessidades e demandas dos usuários.

Ainda, a partir de Feenberg (2009), entendemos que a tecnologia pode ser projetada e usada de maneiras que perpetuam desigualdades sociais, discriminação ou injustiças. Da mesma forma, a tecnologia pode ser desenvolvida com o propósito de promover o bem-estar humano, resolver problemas sociais ou proteger o meio ambiente. Portanto, embora os artefatos tecnológicos em si possam não ter uma predisposição moral, a maneira como são desenvolvidos, implementados e usados pode ter impactos significativos e não neutros na sociedade e no meio ambiente.

Em síntese, os dados que se apresentaram na primeira etapa da pesquisa, entendida como a entrevista inicial acerca das percepções dos professores em formação inicial (residentes) sobre a temática, os quais demonstraram a incompreensão ou compreensão superficial do que constituem CTSA e Alfabetização Científica e Tecnológica, bem como visões simplistas e ingênuas acerca da natureza da Ciência e da Tecnologia, constituem fortes indicadores da existência de necessidades formativas.

Os achados vão ao encontro de estudos já realizados, a exemplo de Cunha (2023), que sinaliza ser ainda incipiente a presença da abordagem CTSA nos cursos de formação inicial de professores; Vieira (2003); Vázquez *et al.* (2011); e Deconto, Cavalcanti e Ostermann (2017), que demonstraram compreensões ingênuas acerca da natureza da ciência e da tecnologia por parte de muitos professores que ensinam Ciências.

Como motivos para essa necessidade formativa, Egevardt *et al.* (2021), em referência a estudos realizados por Corrêa e Schnetzler (2017) e Baldaquim (2019), apontam como fator preponderante a formação inicial de professores, que ainda é pautada na racionalidade técnica, a qual reflete uma visão instrumental da ciência e da tecnologia, as quais são concebidas como conhecimentos neutros, e cujo desenvolvimento é percebido como linear, gerando benefícios uniformes para toda a sociedade.

Nesse sentido, é importante resgatar Chrispino (2017), que afirma haver forte simbiose entre o que o professor sabe sobre ciência e tecnologia e o que ele ensina e como ensina ciência e tecnologia. Isso reflete a importância de que a Educação CTSA se consolide nos cursos de formação de professores para que, então, se consolide também na educação básica.

5.2 Contribuições do Produto Educacional na Formação Inicial de Professores para a Mobilização da Educação CTSA

Passa-se agora a analisar o modo como os participantes da pesquisa (residentes) interagiram com o tema durante a aplicabilidade da pesquisa, com o intuito de mapear como o conhecimento em torno da abordagem foi construído, tendo como eixo o produto educacional ora elaborado.

5.2.1 Conhecendo o campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

As narrativas referentes ao primeiro módulo, que objetivou possibilitar aos residentes conhecer o campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), trazem valiosos significados. Assim, no quadro 9, abaixo, são apresentadas essas narrativas, seguidas das considerações que emergiram da análise.

Quadro 9: Narrativas sobre o Campo CTSA

Residentes	Narrativas
Andreia	O movimento surgiu em um contexto de críticas ao desenvolvimento tecnológico, incluindo questões como energia nuclear, mísseis e agrotóxicos, além da exposição dos cidadãos a riscos. Com a necessidade de discutir ciência e tecnologia na sociedade, seus impactos e consequências, surgiu a iniciativa de compreender e orientar a sociedade sobre a presença dessas tecnologias em todos os aspectos sociais e seus efeitos no meio ambiente. Isso trouxe um discurso inclusivo, envolvendo a sociedade no debate científico e tecnológico. A letra "A" na sigla destaca a importância de incluir a questão ambiental nas discussões sobre ciência e tecnologia, considerando que certas decisões podem afetar o meio ambiente e prejudicar a sociedade.
Carla	O movimento CTSA surgiu como uma abordagem interdisciplinar, integrando questões científicas e tecnológicas com preocupações sociais, ambientais e éticas. Foram desenvolvidas iniciativas para promover uma análise mais crítica da relação entre ciência e tecnologia, reconhecendo a necessidade de refletir sobre seu impacto na sociedade e no ambiente, visando uma compreensão integrada dessas questões. As finalidades do CTSA envolvem a compreensão das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, além de buscar

	envolver a sociedade de forma mais participativa nas discussões sobre esses temas, com o objetivo de promover uma população mais informada sobre as aplicações da ciência e da tecnologia. Destaca-se a importância do ambiente nessas interações, incentivando a conscientização sobre questões ambientais e a necessidade de abordagens que considerem essa relação. A inclusão do ambiente reflete a compreensão de que as interações entre ciência, tecnologia e sociedade têm impactos significativos no meio ambiente.
Maria	O movimento CTSA surgiu por volta da década de 1970, quando pesquisadores e acadêmicos perceberam a necessidade de integrar de forma mais abrangente a ciência, a tecnologia e as questões sociais. Os participantes deste movimento acreditam que a ciência e a tecnologia não podem ser separadas do contexto social em que estão inseridas. Este movimento foi uma resposta às preocupações relacionadas aos impactos sociais e ambientais que surgiram na "era da prosperidade tecnológica". Um exemplo desses impactos está na obra Primavera Silenciosa de Rachel Carson, que é considerado um alerta mundial sobre os efeitos do uso de pesticidas na agricultura. Com o passar do tempo, o movimento CTSA se ramificou e evoluiu para outras áreas, como filosofia, sociologia e ética, entre outras. O CTSA visa integrar várias áreas, buscando melhorar a compreensão das pessoas e capacitá-las a tomar decisões informadas sobre questões científicas e tecnológicas que impactam a sociedade. Contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a participação da sociedade no processo científico e tecnológico, promovendo um diálogo aberto entre cientistas, formuladores de políticas públicas e cidadãos. A inclusão da letra "A" na sigla CTSA tem como objetivo enfatizar a importância da questão ambiental.
Rafaela	O surgimento do movimento CTSA está relacionado às preocupações com as mudanças que vêm ocorrendo na sociedade. Assim, o CTSA desempenha um papel cada vez mais importante na vida social, abordando questões éticas, ambientais e no desenvolvimento científico. As finalidades do CTSA são buscar abordagens com uma visão mais integral das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. As principais finalidades desse campo incluem a integração interdisciplinar e a compreensão da contextualização. A inclusão da letra "A" na sigla foi vista como uma necessidade para proporcionar uma abordagem mais abrangente, com foco nos impactos ambientais.
Davi	Com os rápidos avanços tecnológicos que o mundo vivenciou após a Segunda Guerra Mundial, muitos eventos levantaram questionamentos sobre os danos sociais e ambientais que esses avanços estavam causando. Nesse contexto, surgiu o movimento CTSA, trazendo críticas ao modelo desenvolvimentista que estava provocando graves impactos ambientais. O objetivo do movimento não é denegrir a imagem da ciência, mas questionar de forma crítica sua produção e seu papel na sociedade. O CTSA visa chamar a atenção dos especialistas em Ciência e Tecnologia para a necessidade de diálogo com os cidadãos, promovendo uma maior participação social nos processos de decisão relacionados a temas e aspectos do universo da Ciência e da Tecnologia. Além de desafiar as concepções e visões tradicionais de Ciência e Tecnologia, o campo do CTSA não pretende negar o conhecimento científico, mas desvelar sua natureza. O movimento atua como uma forma de questionar criticamente os efeitos da produção tecnológica e científica sobre o meio ambiente, e a letra "A" na sigla serve para enfatizar a questão ambiental nas discussões.

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

As análises das narrativas sobre o campo CTSA mostram uma variedade de perspectivas e ênfases, mas também apresentam algumas semelhanças em relação ao surgimento, finalidades e objetivos do movimento.

No que se refere à origem do movimento, todos os residentes mencionaram que este surgiu como resposta a preocupações e críticas relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico e seus impactos sociais e ambientais. Essas considerações estão em sintonia com Santos (2011) quando sinaliza que o movimento CTSA surgiu num contexto de críticas ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental, como também em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade.

No que diz respeito ao que compreendiam acerca da inclusão do “ambiente” na sigla CTSA, responderam que *“A letra “A” na sigla destaca a importância de incluir a questão ambiental nas discussões sobre ciência e tecnologia, considerando que certas decisões podem afetar o meio ambiente e prejudicar a sociedade.”* (Andreia), *“A inclusão do ambiente reflete a compreensão de que as interações entre ciência, tecnologia e sociedade têm impactos significativos no meio ambiente.”* (Carla), *“A inclusão da letra “A” na sigla CTSA tem como objetivo enfatizar a importância da questão ambiental.”* (Maria), *“A inclusão da letra “A” na sigla foi vista como uma necessidade para proporcionar uma abordagem mais abrangente, com foco nos impactos ambientais.”* (Rafaela) e *“O movimento atua como uma forma de questionar criticamente os efeitos da produção tecnológica e científica sobre o meio ambiente, e a letra “A” na sigla serve para enfatizar a questão ambiental nas discussões.”* (Davi).

Conforme visualizado acima, os participantes compreenderam que a inserção de uma sigla a mais possui uma representatividade social que está para além de uma questão de nomenclatura, ou seja, ela chama a atenção ao fato de que o ambiente e a questão ambiental estão na gênese do movimento e necessitam sempre ser lembrada, o que está em sintonia com o que defende Pinheiro *et al* (2022).

Indo além, Maria destacou o papel da obra "Primavera Silenciosa" de Rachel Carson, que foi fundamental para o surgimento do movimento CTSA, ao problematizar que a ciência e a tecnologia não estavam isentas de valores e que suas aplicações poderiam ter impactos negativos significativos.

Quanto aos objetivos e finalidades, as respostas convergiram para o objetivo de promover uma abordagem integrada e crítica das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. As respostas ressaltaram, ainda, a importância de envolver a sociedade nas discussões sobre ciência e tecnologia, visando uma participação informada nos processos de tomada de decisão e uma compreensão mais ampla das implicações sociais e ambientais.

Além disso, Davi destacou como finalidade o questionamento das concepções tradicionais de Ciência e Tecnologia, sem, no entanto, negar o conhecimento científico, mas sim buscando desvelar a natureza desse conhecimento. Nesse sentido, resgatando o conceito de Natureza da Ciência (NdC), a partir de Vázquez *et al*, temos que

O conceito de Natureza da Ciência engloba uma variedade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade (Vázquez *et al*, 2008, p. 38).

Assim, ao encontro da narrativa do residente Davi, o próprio conceito de Natureza da Ciência sinaliza sua intimidade com o campo CTSA, permitindo entender que a NdC é objeto de estudo do campo CTSA.

Por fim, a análise das narrativas referentes ao primeiro módulo do curso nos permite visualizar percepções adequadas acerca do campo CTSA, principalmente no que se refere ao contexto histórico de seu surgimento, bem como às suas finalidades.

5.2.2 Entendendo a Ciência como Prática Social

No quadro abaixo, são apresentadas as narrativas referentes ao módulo 2, cujo objetivo era possibilitar aos residentes compreender a ciência como um processo de produção social. Em seguida, apresenta-se a análise, juntamente com as principais considerações que emergiram desse processo.

Quadro 10: Narrativas sobre a Ciência enquanto Prática Social

Residentes	Narrativas
Andreia	Ainda hoje, é comum a idealização da ciência como algo neutro e livre de influências, o que constitui uma visão simplista. Fatores como religião, política, economia e cultura podem influenciar os interesses de quem produz essa ciência. A ciência, enquanto prática social, ocorre nas instituições, é dependente das interações para troca de conhecimento e também está sujeita às disputas políticas e econômicas. Tais fatores influenciam as decisões sobre quais temáticas serão mais rentáveis, qual público será beneficiado por essa pesquisa, e para onde e com quem o lucro será destinado. A ciência é importante para o avanço da sociedade, mas é sempre necessário reconhecer que ela pode perpetuar desigualdades sociais e preconceitos, uma vez que é produzida pela própria sociedade e não está imune a interesses. A ciência construída por seus idealizadores, seguida de seu êxito, criou a percepção de que a ciência é

	superior, imparcial e o único tipo de saber válido, desrespeitando diferentes formas de conhecimentos e saberes, sejam eles sociais ou culturais. No entanto, a própria ciência necessita de mudanças para que consiga avançar, pois é uma prática social elaborada por pessoas.
Carla	A visão tradicional de ciência, que a considera neutra, sem interferências políticas e sociais, imparcial e objetiva, já não se sustenta. Essa concepção é idealizada, pois a prática científica é complexa e influenciada por diversos fatores, incluindo aspectos políticos e sociais. Por isso, a ciência é alvo de questionamentos quanto à importância de se considerar contextos históricos e sociais. Uma visão mais realista de ciência é aquela que a entende como uma prática social, ou seja, uma atividade realizada por seres humanos ou grupos de seres humanos, sujeita a erros, interesses e todo tipo de interferências, como pressões do governo ou de financiadores.
Maria	Existe uma perspectiva convencional e de certa forma simplista em relação à Ciência, que a coloca como uma iniciativa independente, objetiva, imparcial e baseada no método que é tido como incontaminável por interesses políticos, ideologias e crenças. Ou seja, uma ideia de que ela e seus praticantes são neutros. O que acontece é que precisamos ver a prática científica como uma atividade realizada por seres humanos em contextos sociais, culturais, políticos e econômicos diferentes. Temos, então, que a produção do conhecimento científico é moldada por diversos fatores sociais e influências externa, que adquirem características importantes. Falar da ciência enquanto prática social é falar na construção social do conhecimento, e isso é desmistificar sua concepção tradicional a fim de se ter uma visão mais crítica da ciência. A ideia de que a ciência é livre de influências externas, valores pessoais, interesses políticos e sociais não se sustenta. A prática científica se dá em um contexto cultural e social, e os cientistas não estão isentos das influências desse contexto. Por exemplo, para se ter uma pesquisa científica, muitas das vezes depende de financiamentos e, essas fontes de financiamento podem ter interesses envolvidos.
Rafaela	Assim, existe a concepção tradicional de ciência, uma visão historicamente propagada. Nessa visão sustentam a suposta neutralidade da ciência, sendo esta retratada como uma busca objetiva e imparcial pela verdade, independentemente de valores pessoais, políticos ou sociais. Isso hoje é frequentemente questionado na discussão contemporânea sobre a natureza da prática científica. A ciência vista de forma ampla é entendida como uma prática social, que não vê a ciência apenas como um empreendimento intelectual isolado, mas também como uma atividade profundamente enraizada no contexto social, cultural, político e econômico em que é realizada.
Davi	A ciência, enquanto produção humana, não está livre de influências externas e conflitos de interesse. Ela permeia os campos sociais, políticos, culturais e econômicos, e os componentes desses campos podem interferir de forma direta e indireta na forma como a ciência é produzida, o que impede que ela seja a mais pura expressão da realidade. Muitas vezes, a própria ciência pode ignorar a realidade em troca de dinheiro. Isso nos leva a reconhecer a importância de olhar de forma mais crítica para as práticas que a envolvem e para os impactos que ela pode causar na sociedade. A produção do conhecimento pode ser enviesada por conflitos de interesse, como a captação de recursos (financiamentos) e o reconhecimento no meio acadêmico. O contexto social também pode interferir na interpretação dos dados da pesquisa. É preciso

	<p>ressaltar que a ciência não é uma verdade absoluta e deve ser questionada quando necessário. Além disso, é fundamental reconhecer que ela é produzida por pessoas, e, por esse motivo, sentimentos e erros podem fazer parte dessa produção. A ciência não é neutra e está à mercê daqueles que a produzem e financiam. Muitas vezes, são priorizadas nas linhas de pesquisa os tópicos que interessam ao sistema, seja para a produtividade econômica, para fins políticos ou para justificar atitudes opressivas. Por estar imersa nesse mar de interesses e ser uma prática humana sujeita a erros e a interpretações equivocadas de dados coletados, a ciência não pode ser categorizada como puramente neutra. A importância de olharmos criticamente para a produção científica não reside em desmerecer ou invalidar o método, mas sim em aperfeiçoá-lo continuamente. Ao produzir ciência, é crucial considerar os impactos que ela pode causar na sociedade, sua relevância para o contexto em que está sendo produzida e as intenções por trás dessa produção, sem tratá-la como neutra ou como a única verdade, mas reconhecendo sua importância e contribuição para o entendimento do mundo ao nosso redor.</p>
--	--

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

Ao observar as narrativas, é possível perceber a argumentação de Andreia, segundo a qual a ciência, frequentemente idealizada como neutra e livre de influências externas, é, na verdade, profundamente impactada por diversos fatores. Ela destacou que a prática científica é uma atividade social, realizada dentro de instituições e dependente de interações humanas. Além disso, mencionou as disputas políticas e econômicas que influenciam as decisões sobre os temas mais rentáveis e os públicos beneficiados pelas pesquisas. Andreia ressaltou a importância da ciência para o avanço da sociedade, mas também alerta para o potencial da ciência em perpetuar desigualdades sociais. Indo além, ela criticou a ideia de que a ciência é a única forma válida de conhecimento, desconsiderando outras formas de saberes. Certamente, esta consideração da residente Andreia se alinha com Santos (2018), que defende a importância de superar a hierarquia entre o conhecimento científico e outras formas de saber.

Carla, por sua vez, narrou que a concepção tradicional da ciência como neutra e objetiva não se sustenta mais, considerando que a prática científica é complexa e sujeita a várias influências políticas e sociais. A participante defendeu uma visão mais realista da ciência, que reconheça sua natureza como uma prática social, sujeita a erros e interesses diversos, incluindo pressões governamentais e de financiadores.

Em consonância com essa visão, Maria sinalizou que a visão convencional da ciência como imparcial e livre de influências é simplista. A residente destacou ainda que a prática científica ocorre em contextos sociais, culturais, políticos e econômicos variados, moldando a produção do conhecimento científico. Maria defendeu que entender a ciência como uma prática social ajuda a desmistificar a concepção tradicional e promove uma visão mais realista. Ela

também mencionou a dependência da ciência em relação aos financiadores, que podem ter interesses próprios.

Rafaela observou que a visão tradicional da ciência, que a considera neutra e imparcial, é historicamente propagada, mas atualmente questionada. Ela argumentou que a ciência deve ser vista como uma prática social, profundamente enraizada nos contextos em que é realizada. Rafaela destacou a importância de reconhecer a ciência como uma atividade influenciada por fatores sociais, culturais, políticos e econômicos.

Davi afirmou que a ciência, sendo uma produção humana, está sujeita a influências externas e conflitos de interesse. Isso significa que fatores sociais, políticos, culturais e econômicos podem impactar diretamente a forma como a ciência é conduzida. Essa visão desafia a noção de que a ciência é uma representação pura e objetiva da realidade. A crítica aqui é que, muitas vezes, a ciência pode ignorar certos aspectos da realidade em troca de benefícios financeiros, o que corrobora a necessidade de uma visão crítica sobre as práticas científicas.

Em sua narrativa, Davi foi enfático na afirmação de que a ciência é produzida por pessoas e, portanto, sujeita a sentimentos e erros. Isso humaniza a prática científica, lembrando-nos de que cientistas são seres humanos com suas próprias crenças, valores e suscetibilidades a erros e influências, o que não torna a ciência imune a questionamentos.

Nesse sentido, Davi seguiu destacando que a produção do conhecimento científico pode ser enviesada devido a conflitos de interesse relacionados à captação de recursos e ao reconhecimento no meio acadêmico. Isso implica que os financiadores, sejam eles governos, corporações ou outras entidades, podem influenciar quais pesquisas recebem financiamento, potencialmente priorizando aquelas que servem a seus interesses específicos. Além disso, o contexto social pode interferir na interpretação dos dados, reforçando a ideia de que a ciência não é neutra.

A narrativa do residente Davi também menciona que as linhas de pesquisa muitas vezes são determinadas pelos interesses do sistema, seja para a produtividade econômica, fins políticos ou para justificar atitudes opressivas. Isso sugere que há uma hierarquia de interesses que influencia quais tópicos de pesquisa são considerados mais importantes ou urgentes, o que pode perpetuar desigualdades.

A conclusão de Davi é um apelo à necessidade de uma visão crítica sobre a produção científica. A crítica não visa desmerecer ou invalidar o método científico, mas sim aperfeiçoá-lo. Ao produzir ciência, é essencial considerar os impactos sociais, a relevância para o contexto local e as intenções por trás da pesquisa.

Em síntese, as narrativas analisadas convergiram para uma crítica à visão tradicional da ciência e, conseqüentemente, sinalizam uma visão mais realista desta, o que é evidenciado quando os residentes apontam a ciência como uma prática social, influenciada por múltiplos fatores (pessoais, políticos, econômicos, culturais e sociais). Além disso, é possível observar a desmitificação de que a Ciência é isenta de vieses e interesses, o que permite entender que sua suposta neutralidade não deve ser assumida como uma verdade incontestável.

Nesse sentido, é importante reconhecer que a ciência não existe em um vácuo, mas está enraizada em contextos sociais e é moldada por esse contexto. Logo, quando se fala que a ciência é uma prática social, quer dizer que ela é uma prática humana, feita por pessoas. Por conta disso, "está impregnada de sentimentos e erros humanos" (Chispino, 2017, p. 40). Indo além, Chispino (2017), citando estudos acerca da natureza da ciência, nos lembra que tais estudos vêm demonstrando que

o conhecimento científico é socialmente construído, que a comunidade científica trabalha a partir de crenças e interesses, que os cientistas e grupos possuem valores prévios que, em alguma medida, interferem nas decisões que tomam (Chispino, 2017, p. 28).

Tendo a defesa de Chispino como verdadeira, é muito difícil falar em ciência neutra quando esta é vista como uma atividade puramente social e humana. Assim, está sujeita a interesses pessoais e também a pressões de governos e agências de financiamento, conforme narrado pelos participantes.

Certamente, a visão de que a ciência é uma prática social e, portanto, humana - não estando apartada das intenções e crenças de seus criadores e não sendo uma representação precisa e definitiva da realidade -, como bem defendido pelos residentes, especialmente evidente na narrativa de Davi, está em sintonia com Chassot (2018, p. 83). Em busca de uma conceituação mais realista de ciência, este autor defende a visão de ciência como "uma linguagem para facilitar nossa leitura do mundo". Isso permite considerar que essa linguagem é um empreendimento humano, portanto, mutável e falível. Em outras palavras, o conhecimento científico não é algo pronto e acabado, assim como não pode ser entendido como certeza absoluta.

5.2.3 Entendendo Tecnologia como Prática Social

No quadro a seguir, são apresentadas as narrativas coletadas durante o terceiro módulo, cujo objetivo foi possibilitar aos residentes o entendimento da tecnologia como um processo de

produção social, visando à desconstrução de concepções e mitos que permeiam o desenvolvimento tecnológico. Em seguida, são expostas as principais considerações que emergiram da análise dessas narrativas.

Quadro 11: Narrativas sobre a Tecnologia enquanto Prática Social

Residentes	Narrativas
Andreia	Ao estudar o módulo sobre Tecnologia, pude compreender alguns conceitos importantes, como o determinismo tecnológico, a tecnocracia e a ideia salvacionista da ciência e da tecnologia. Aprendi que, de acordo com o determinismo tecnológico, a tecnologia é vista como o principal motor de transformação social, sendo autônoma e não influenciada pela sociedade. No entanto, isso não é verdade, uma vez que a tecnologia é fruto de escolhas humanas, e os seres humanos devem se responsabilizar por suas ações e criações. Também aprendi sobre a ideia salvacionista da ciência e da tecnologia, que defende que mais ciência e mais tecnologia são essenciais para resolver os problemas sociais, ou seja, que com mais ciência e tecnologia todos os problemas existentes podem ser solucionados. Além disso, a tecnocracia sustenta que o técnico ou especialista é a pessoa mais qualificada para tomar decisões em função de seu conhecimento, desconsiderando ou ignorando a opinião dos cidadãos quando o assunto envolve ciência e tecnologia. Isso é problemático, pois, se a sociedade é afetada pela aplicação da ciência e tecnologia, é fundamental que os cidadãos sejam ouvidos nesse processo. Outro ponto que aprendi no módulo é que, atualmente, ciência e tecnologia dependem uma da outra, complementando-se mutuamente. Assim como a ciência, a tecnologia também é uma prática social, e, portanto, não está livre dos interesses, crenças e ideologias dos grupos sociais que a produzem e utilizam.
Carla	Aprendi a importância de os grupos priorizarem os efeitos benéficos da tecnologia em detrimento daqueles que podem prejudicar a sociedade. Isso nos ajuda a evitar tanto o otimismo tecnológico quanto o pessimismo tecnológico, pois a tecnologia não traz apenas benefícios ou malefícios; podem ocorrer ambos. Também entendi que, assim como a ciência, a tecnologia é uma prática social e pode ser influenciada por fatores externos e ideologias dominantes. Dessa forma, percebemos que a neutralidade tecnológica é questionável, pois a tecnologia pode estar a serviço das intenções de seus criadores. Além disso, percebi a interdependência entre ciência e tecnologia, pois uma auxilia no desenvolvimento da outra. Outro ponto interessante que aprendi foi sobre o mito do determinismo tecnológico, que sugere que a tecnologia é o principal agente de transformação social, como se fosse autônoma. Há também o mito da tecnocracia, que atribui aos especialistas o poder de decisão por possuírem conhecimento técnico, ignorando a opinião social no desenvolvimento científico e tecnológico. Por fim, há o mito salvacionista atribuído à ciência e tecnologia, que sugere que todos os problemas da sociedade podem ser resolvidos por meio da produção de mais ciência e tecnologia.
Maria	Existem alguns mitos relacionados à Ciência e Tecnologia. Um exemplo é o Determinismo Tecnológico, que atribui à ciência e à tecnologia um poder independente, responsável por todas as mudanças sociais. Outro exemplo é a Perspectiva Salvacionista da Ciência e Tecnologia, que adota uma visão

	<p>otimista ao atribuir à Ciência e à Tecnologia um papel central na solução de problemas sociais. Por fim, temos o mito do Modelo de Decisões Tecnocráticas, que atribui ao técnico o poder de decidir sobre os assuntos que envolvem a aplicação da ciência e tecnologia. Outro ponto importante refere-se à ideia de tecnologia como uma atividade realizada por pessoas em diferentes contextos sociais, culturais e históricos. Isso significa que ela não está isenta das intencionalidades, crenças e interesses do grupo que a produz, tornando difícil vê-la como neutra. Além disso, a tecnologia acaba influenciando a sociedade de diversas maneiras.</p>
Rafaela	<p>Ao estudar o módulo, entendi que a tecnologia é socialmente construída e moldada por influências sociais, culturais, políticas e econômicas. Por isso, devemos questionar a ideia de neutralidade da tecnologia. Compreendi também alguns mitos: o que afirma que a tecnologia determina automaticamente o curso da sociedade e da história (determinismo tecnológico); o mito do salvacionismo, que sugere que a inovação tecnológica e o progresso científico trarão benefícios para toda a sociedade e resolverão todos os problemas da humanidade; e, por fim, o mito das decisões tecnocráticas, que defende que somente os especialistas podem tomar decisões, pois possuem o conhecimento necessário, ignorando a participação das pessoas no processo decisório.</p>
Davi	<p>Embora possamos identificar relações entre ciência e tecnologia, não devemos encarar a tecnologia como uma mera aplicação da ciência. Esse entendimento pode inviabilizar a crítica à tecnologia. Um exemplo que ilustra isso é a produção da bomba atômica. Para fabricar uma bomba atômica, é necessário um vasto conhecimento científico; no entanto, se ela for usada em uma guerra, as críticas não devem se concentrar no conhecimento científico em si, mas na tecnologia desenvolvida. A tecnologia, como uma produção humana e social, pode ser enviesada por crenças, interesses e intenções dos grupos que a produzem, sabendo que essa produção pode impactar a sociedade de maneira positiva ou negativa. A tecnologia não é neutra, e muitas vezes é criada para atender ou servir a uma pequena parcela da população ou, de forma mais crítica, para alimentar o sistema capitalista. Em nome do avanço e do progresso social, o próprio caráter social é frequentemente negligenciado, tornando essa produção um reflexo contrastante da sociedade em que é gerada. Os tecnófilos que sustentam argumentos sobre a neutralidade tecnológica também são os que propagam mitos como a tecnocracia, o determinismo tecnológico e o salvacionismo da ciência e tecnologia. Pensar criticamente sobre a tecnologia pode ser um meio de pressionar seus produtores a minimizar os impactos negativos que suas criações podem causar. É de suma importância que consigamos olhar com criticidade para tudo o que é produzido e apresentado como benéfico na sociedade, desmistificando ou desconstruindo a visão ingênua de que toda tecnologia é inerentemente boa, distinguindo aquelas que realmente trazem benefícios das que são meramente ferramentas de opressão e dominação das classes menos favorecidas.</p>

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

Ao analisar as narrativas dos residentes acerca do tema "tecnologia", é possível visualizar que Andreia abordou conceitos importantes como determinismo tecnológico, tecnocracia e a visão salvacionista da Ciência e Tecnologia (C&T). Ela refutou o determinismo

tecnológico, argumentando que a tecnologia não é autônoma, mas sim resultado de escolhas humanas, enfatizando a responsabilidade dos seres humanos por suas criações. Além disso, criticou a tecnocracia, que coloca os especialistas como os únicos aptos a tomar decisões, excluindo a sociedade do processo decisório, como também a ideia salvacionista da C&T, que defende que ambas levam, necessariamente, ao progresso e ao bem-estar social. Por fim, Andreia concluiu que a ciência e a tecnologia são interdependentes e práticas sociais influenciadas por interesses, crenças e ideologias, não sendo neutras.

A residente Carla, por sua vez, destacou a necessidade de priorizar os efeitos benéficos da tecnologia, evitando tanto o otimismo quanto o pessimismo tecnológico. Ela reconheceu a interdependência entre ciência e tecnologia e questionou a neutralidade tecnológica, sugerindo que a tecnologia pode servir às intenções de seus criadores. Além disso, Carla refutou os mitos do determinismo tecnológico, tecnocracia e salvacionismo, que simplificam a complexidade das influências sociais e políticas sobre a tecnologia.

Quanto à residente Maria, em sua narrativa mencionou os mitos do determinismo tecnológico, perspectiva salvacionista e modelo de decisões tecnocráticas, criticando a visão simplista de que a tecnologia é neutra. Ela reforçou a ideia de que a tecnologia é influenciada por contextos sociais, culturais e históricos, sendo difícil vê-la como neutra. Maria também sugeriu que a tecnologia influencia a sociedade de várias maneiras.

Da mesma forma, Rafaela argumentou que a tecnologia é socialmente construída e moldada por influências externas, questionando a neutralidade tecnológica. Ela descreveu os mitos do determinismo tecnológico, salvacionismo e decisões tecnocráticas, apontando as fragilidades desses mitos. Por fim, sugeriu que a crença na neutralidade da tecnologia ignora suas raízes sociais e políticas.

Já o residente Davi destacou que a tecnologia não deve ser vista apenas como uma aplicação da ciência, pois isso inviabiliza a crítica a ela. Como exemplo ele citou a bomba atômica, diferenciando entre o conhecimento científico necessário para sua produção e a responsabilidade ética de sua aplicação. Davi argumentou que a tecnologia é influenciada por crenças, interesses e intenções, muitas vezes servindo a uma pequena parte da população ou ao sistema capitalista. Assim como os outros participantes, ele criticou a suposta neutralidade tecnológica, bem como os mitos da tecnocracia, determinismo tecnológico e salvacionismo da C&T.

Buscando pontos de intersecção nas narrativas, é possível visualizar que a totalidade dos residentes teceram críticas aos mitos do determinismo tecnológico, tecnocracia e

salvacionismo da C&T. Eles reconheceram que esses mitos simplificam a realidade complexa da tecnologia e sua interação com a sociedade. Sobre esses mitos, Oliveira traz que

O determinismo tecnológico é definido pela capacidade da tecnologia em controlar a sociedade e produzir mudanças sociais, sendo um poder independente. A perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia legitima a ideia de que ambas levam necessariamente ao progresso da sociedade e de que o bem-estar dela está condicionado à criação de mais ciência e tecnologia. O endosso ao modelo de decisões tecnocráticas se dá pela visão de que ciência e tecnologia são neutras e capazes de construir soluções relevantes para os problemas da sociedade. Assim, os diversos setores sociais devem ser controlados para que o processo tenha estabilidade e condições de funcionamento proporcionando, finalmente, o bem-estar da humanidade (Oliveira, 2023, p. 7).

É possível inferir que, de acordo com o determinismo tecnológico, a tecnologia é o principal motor de transformação social, sendo autônoma e não influenciada pela sociedade. Porém, é preciso entender que a tecnologia é resultado de escolhas humanas, que podem ser questionadas, modificadas ou rejeitadas. Os seres humanos têm livre-arbítrio e responsabilidade sobre suas ações e criações, e não são meras vítimas da tecnologia que eles próprios criam.

Sobre a perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia, visualiza-se a ideia de que mais ciência e mais tecnologia são condições obrigatórias para resolver os diversos problemas sociais, e de que o bem-estar social está condicionado à criação de mais ciência e tecnologia. Chassot (2018) nos lembra que essa perspectiva está em sintonia com o modelo linear de desenvolvimento, que já se mostrou ser "vidro" em vez de "diamante".

No que se refere ao modelo de decisões tecnocráticas, é possível depreender que ele está alicerçado na ideia de que o técnico/especialista é quem melhor decide, em função de seu conhecimento. Elimina, assim, os cidadãos da tomada de decisões no que se refere ao desenvolvimento e aplicação da ciência e tecnologia. Todavia, é importante lembrar que a sociedade é afetada o tempo todo por decisões tomadas pelos especialistas, então seria prudente considerar e valorizar a participação dos cidadãos nessas decisões.

Além disso, Oliveira (2023, p. 6) advoga que "não é necessário negar nem a ciência nem a tecnologia para problematizar tais mitos". Pelo contrário, refletir sobre esses mitos pode ajudar a entender os fatores que influenciam nossa visão de ciência e tecnologia, e consequentemente visualizar uma imagem mais realista delas, conforme refletido nas narrativas dos residentes.

Outro ponto de convergência diz respeito à tecnologia enquanto prática social, considerando que todos os residentes concordaram que a tecnologia é uma prática social

influenciada por contextos sociais, culturais, políticos e econômicos. Com efeito, refutaram a ideia de que a tecnologia é neutra. Nesse sentido, as considerações dos professores coadunam com Chrispino (2017), o qual enfatiza que

A Ciência e a Tecnologia são produzidas e mantidas por seres humanos que possuem intencionalidades, interesses, limites, crenças, valores e planos de futuro. Esse conjunto de características se potencializa quando os indivíduos se reúnem em grupos de interesse e organizam os chamados grupos de pesquisa, que buscam ampliar fronteiras do conhecimento e produzir aparatos ou sistemas tecnológicos inovadores. Fica claro que a Ciência e a Tecnologia são produções humanas e, por isso, impregnadas de humanidade em todos os seus matizes (Chrispino, 2017, p. 5).

Por fim, os residentes sublinharam a importância de considerar os impactos sociais do desenvolvimento tecnológico. Assim, ao falar sobre tecnologia, é importante observar que toda tecnologia produzida retorna para a sociedade, impactando-a de diversas formas. Chrispino (2017, p. 5) lembra que "alguns desses impactos podem ser benéficos se vistos como solução para um problema atual, mas podem ser portadores de futuro incerto, quando produzem riscos a médio ou longo prazos".

5.2.4 Visualizando Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

As narrativas referentes ao quarto módulo, cujo objetivo era possibilitar aos residentes visualizarem as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), estão apresentadas no quadro abaixo. Além disso, são apresentadas as análises dessas narrativas, acompanhadas das devidas considerações.

Quadro 12: Narrativas sobre as relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Residentes	Narrativas
Andreia	O desenvolvimento científico pode promover o desenvolvimento tecnológico. Da mesma forma, a existência ou ausência de recursos tecnológicos pode limitar ou ampliar o progresso científico. Ciência e Tecnologia influenciam a sociedade, moldando tanto o pensamento das pessoas quanto as soluções para problemas. A tecnologia, por exemplo, está presente no trabalho e na comunicação, alterando a forma como as pessoas se relacionam. Por outro lado, a sociedade também influencia o desenvolvimento científico e tecnológico por meio de investimentos e pressões de grupos. A necessidade de solucionar problemas específicos, combinada com interesses comerciais e políticos, pode direcionar o rumo da Ciência e da inovação tecnológica. É fundamental que as pessoas compreendam essas relações CTSA, pois, a partir desse entendimento,

	é possível tomar decisões mais informadas sobre o desenvolvimento e a aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos.
Carla	<p>Todos os elementos da sigla CTSA acabam, de alguma forma, se influenciando mutuamente. A ciência, por exemplo, pode levar ao aprimoramento das tecnologias, enquanto as tecnologias podem impulsionar o desenvolvimento científico. Da mesma forma, a ausência ou a disponibilidade limitada de recursos tecnológicos pode restringir o progresso científico. Além disso, a ciência e a tecnologia impactam a sociedade, pois os conhecimentos e os dispositivos desenvolvidos podem alterar a forma de viver das pessoas e causar impactos ambientais. Por outro lado, a sociedade também influencia os rumos da ciência e do desenvolvimento tecnológico. Como ciência e tecnologia são produções sociais, grupos de interesse podem escolher que tipo de ciência e tecnologia desejam promover, muitas vezes visando apenas seus próprios interesses ou a busca por poder. Governos e agências de fomento também podem priorizar temas que lhes são convenientes. Essa realidade demonstra a importância de acolher a opinião popular nas decisões sobre ciência e tecnologia, já que a sociedade é constantemente afetada pelos novos conhecimentos e aparatos tecnológicos.</p>
Maria	<p>A sociedade, ou melhor, alguns poucos representantes dela, são os responsáveis pela produção de ciência e tecnologia, que não estão imunes aos interesses, ideologias e intenções daqueles que as produzem. Essas produções acabam retornando à sociedade, influenciando a vida das pessoas em diversos aspectos, podendo gerar tanto impactos positivos quanto negativos. Além disso, existe uma relação de influência mútua entre ciência e tecnologia: uma acaba impulsionando ou limitando o progresso da outra. Atualmente, a ciência fornece conhecimentos que permitem o aprimoramento das tecnologias, enquanto estas, por sua vez, podem impulsionar ou restringir o avanço científico. No meio dessa dinâmica de interesses, estão os cidadãos, que são constantemente impactados pela ciência e tecnologia, mas que, infelizmente, não têm espaço nem voz nas decisões sobre esses desenvolvimentos. Isso é problemático, pois os cidadãos deveriam ter a oportunidade de opinar sobre aquilo que pode afetar, positiva ou negativamente, sua sociedade e ambiente.</p>
Rafaela	<p>O avanço da ciência ajuda a impulsionar a tecnologia. Da mesma forma, a falta de recursos tecnológicos pode frear o progresso científico. Ciência e tecnologia impactam nossa sociedade, influenciando a maneira como as pessoas pensam e resolvem problemas. A tecnologia, por exemplo, está presente em todos os lugares — no trabalho, na comunicação — mudando completamente a forma como nos relacionamos. A sociedade também influencia o desenvolvimento científico e tecnológico por meio de investimentos e pressões de grupos. A necessidade de resolver problemas, combinada com interesses comerciais e políticos, pode direcionar o caminho da ciência e da inovação tecnológica. Acredito que, conhecendo as relações CTSA, as pessoas podem fazer escolhas mais informadas e prudentes quando se trata de ciência e tecnologia.</p>
Davi	<p>As relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente são amplas e complexas. É fundamental compreender essas conexões para entender como o conhecimento científico e a tecnologia impactam o mundo ao nosso redor. Um aspecto interessante abordado no módulo diz respeito aos modelos Tecnocrático, Decisionista e Pragmático-Político, que refletem diferentes abordagens para lidar com a relação entre ciência e sociedade. Enquanto o modelo tecnocrático confia na expertise dos especialistas, os modelos</p>

	<p>decisionista e pragmático-político destacam a importância da participação pública e do diálogo para garantir que as decisões científicas e tecnológicas atendam às necessidades da sociedade como um todo. Algumas relações diretas que posso apontar são: a ciência fornece conhecimentos que contribuem para o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias. A tecnologia, por sua vez, pode influenciar a sociedade, mudando a forma como as pessoas se comunicam, impondo padrões, estilos de trabalho, etc. Um exemplo atual e forte são as redes sociais. A ciência é produzida por pessoas e muitas vezes depende de financiamentos, licenças e outras práticas que podem ditar o rumo da pesquisa científica, influenciadas por governos, empresas privadas, entre outros. As novas descobertas científicas têm o poder de mudar a compreensão de mundo das pessoas. Dependendo dos interesses específicos de determinados grupos, o desenvolvimento de novas tecnologias pode ser direcionado por eles. Os recursos tecnológicos produzidos são cruciais para auxiliar no progresso científico, pois a disponibilidade ou escassez desses recursos pode ampliar ou limitar essa busca.</p>
--	--

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

As narrativas apresentadas pelos residentes oferecem uma visão das inter-relações CTSA. Andreia, por exemplo, enfatizou a interdependência entre ciência e tecnologia, destacando que o desenvolvimento de uma pode impulsionar o progresso da outra. Ela pontuou que tanto a ciência quanto a tecnologia influenciam a sociedade ao moldar o pensamento e resolver problemas, impactando áreas como trabalho e comunicação. Além disso, a participante narrou que a sociedade, por sua vez, influencia o desenvolvimento científico e tecnológico por meio de investimentos e pressões de grupos, os quais podem buscar resolver problemas específicos ou atender a interesses comerciais e políticos. Andreia conclui mencionando que entender essas relações é condição para tomar decisões informadas sobre o desenvolvimento e a aplicação da ciência e da tecnologia.

Carla, por sua vez, também reconheceu a interconexão entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A residente lembrou que a ciência pode aprimorar a tecnologia e vice-versa, mas a disponibilidade de recursos tecnológicos pode limitar o progresso científico. Na narrativa da participante, a ciência e a tecnologia impactam a sociedade, moldando modos de vida e podendo causar impactos ambientais. Ela também relatou que a sociedade, por meio de interesses de grupos e políticas governamentais, pode influenciar os rumos da ciência e da tecnologia. Por fim, destacou a importância de incluir a opinião pública nas decisões sobre ciência e tecnologia, dada a constante influência desses elementos na vida cotidiana.

Quanto à residente Maria, considerou a ciência e a tecnologia como empreendimentos influenciados pelos interesses, ideologias e intenções de uma minoria dentro da sociedade. Ela enfatizou que essas produções retornam à sociedade, causando impactos variados. Além disso,

reiterou a interdependência entre ciência e tecnologia, com uma influenciando a outra continuamente. Maria criticou a falta de participação pública nas decisões sobre desenvolvimentos científicos e tecnológicos, defendendo que os cidadãos deveriam ter voz nesses processos devido aos impactos diretos em suas vidas e no ambiente.

Rafaela pontuou que o avanço científico impulsiona a tecnologia e que a falta de recursos tecnológicos pode frear o progresso científico. Além disso, ela mencionou que a ciência e a tecnologia influenciam a sociedade ao alterar a maneira como as pessoas pensam e resolvem problemas, com a tecnologia permeando todas as esferas da vida cotidiana. Para ela, a sociedade, por meio de investimentos e pressões de grupos, também influencia o desenvolvimento científico e tecnológico. Rafaela defendeu, ainda, que a compreensão das relações CTSA possibilita escolhas mais informadas e prudentes sobre ciência e tecnologia.

Por fim, temos a narrativa de Davi, a qual menciona alguns modelos de interação ciência-sociedade. O residente assinalou que, no modelo tecnocrático, as decisões cabem aos especialistas, enquanto os modelos decisionista e pragmático-político enfatizam a importância da participação pública e do diálogo, a fim de garantir que as decisões científicas e tecnológicas atendam às necessidades da sociedade. Indo além, Davi afirmou que a ciência fornece conhecimento para o desenvolvimento tecnológico, e a tecnologia, por sua vez, influencia a sociedade, mudando a forma como as pessoas trabalham, se comunicam e impondo padrões.

Davi também destacou que interesses específicos de grupos podem influenciar o rumo da produção científica e tecnológica, e a disponibilidade de recursos tecnológicos pode limitar ou ampliar o progresso científico.

A partir da análise das narrativas dos residentes, é possível visualizar padrões que convergem para o consenso de que os elementos formadores da sigla CTSA não estão isolados, mas sim inter-relacionados, em que um exerce influência sobre o outro e vice-versa. Assim, todos os participantes destacaram que ciência e tecnologia se influenciam mutuamente. O avanço científico pode impulsionar a tecnologia, e a disponibilidade de recursos tecnológicos pode, por sua vez, acelerar ou limitar o progresso científico.

Além disso, as narrativas sinalizam que a ciência e a tecnologia têm um impacto significativo na sociedade, moldando pensamentos, comportamentos e modos de vida, além de resolver problemas cotidianos. No mesmo sentido, é possível visualizar a defesa de que, por meio de investimentos e pressões de grupos, alguns poucos representantes da sociedade podem direcionar o desenvolvimento científico e tecnológico, podendo haver a priorização de temas que lhes interessam.

Por certo, as inter-relações estabelecidas entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, apontadas pelos residentes em suas narrativas, coadunam com Santos e Schnetzler (2003), autores que nos permitem perceber que: a produção de novos conhecimentos científicos impulsiona o desenvolvimento tecnológico, que, por sua vez, molda o estilo de vida e a dinâmica social, influenciando padrões de trabalho, comunicação e pensamento; a sociedade também exerce influência sobre a ciência, por meio de investimentos, políticas, demandas sociais, interesses e pressões, direcionando a pesquisa científica; as teorias científicas, por sua vez, moldam o pensamento e oferecem soluções para problemas sociais, influenciando políticas e práticas. Pressões de órgãos públicos e empresas privadas também direcionam o desenvolvimento tecnológico, impulsionadas por necessidades e interesses específicos; e que a disponibilidade de recursos tecnológicos, por fim, pode tanto limitar quanto ampliar o progresso científico, afetando a capacidade de realizar pesquisas e descobertas.

Para além, um ponto de interesse observado nas narrativas se refere à defesa da participação pública, uma vez que a falta de inclusão da sociedade nas decisões sobre ciência e tecnologia é criticada por todos os residentes. Eles defenderam que a opinião pública deve ser considerada e valorizada, pois os cidadãos são diretamente afetados pelos desenvolvimentos nessas áreas.

Nesse sentido, em sintonia com as narrativas apresentadas no parágrafo acima, Santos (2002), em referência aos estudos de Vargas (1994), chama atenção para a necessidade de que as decisões sobre as aplicações da ciência e tecnologia passem por um "filtro" social. Por certo, tal proposição seria uma forma de romper com as decisões tecnocráticas que hoje vigoram na sociedade. Sobre isso, vejamos o que assinalam Bazzo e colaboradores:

As comissões onde se tomam as decisões de política científica ou tecnológica são constituídas somente por cientistas ou homens de negócios. Uns apoiam os campos de moda, cada vez mais distantes do que podemos ver, tocar ou comer; outros, como era de se esperar, apoiam a rentabilidade econômica. Em tempo, mobilizam-se os recursos da divulgação tradicional da ciência em periódicos, museus e escolas, para difundir uma imagem essencialista e benemérita da ciência, uma ciência que somente funcionará otimamente se se mantiver seu financiamento e autonomia frente à sociedade. A questão não consiste, portanto, em entrar nos laboratórios e dizer aos cientistas o que eles têm de fazer, e sim em vê-los e assumi-los tal como são, como seres humanos com razões e interesses, para abrir então para a sociedade as salas e laboratórios onde se discutem e decidem os problemas e prioridades de pesquisa e onde se estabelece a localização de recursos. O desafio de nosso tempo é abrir esses locais herméticos, essas comissões à compreensão e à participação pública. Abrir, em suma, a ciência à luz pública e à ética (Bazzo *et al.* 2003, p. 140).

De igual modo, Oliveira (2023, p. 2) denuncia que "no campo do poder decisório, a centralização e a escassez de instâncias democráticas efetivas não favorecem a possibilidade de protagonismo e engajamento da população". Portanto, verifica-se a necessidade de democratizar a ciência e a tecnologia, objetivando a reorientação de seus objetivos e prioridades para as reais necessidades da sociedade, necessidades essas que derivem de um debate público acerca dos temas que envolvam a C&T.

Em síntese, as narrativas convergem para a noção de que ciência, tecnologia, sociedade e ambiente estão interligados de maneira complexa e dinâmica. A compreensão dessas relações é essencial para tomar decisões informadas e responsáveis sobre o desenvolvimento e a aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos. Além disso, a inclusão da sociedade nos processos decisórios, a análise crítica das intenções e impactos das produções tecnológicas, bem como a consideração dos contextos sociais e históricos, são aspectos fundamentais destacados pelos participantes.

5.2.5 Conhecendo a Educação e o Ensino CTSA

No quadro abaixo, são apresentadas as narrativas dos residentes a respeito do Módulo 5, o qual objetivou possibilitar a estes professores em formação conhecer a Educação e o Ensino CTSA. Em seguida, são apresentadas, também, as análises dessas narrativas, com as devidas considerações.

Quadro 13: Narrativas sobre a Educação e Ensino CTSA

Residentes	Narrativas
Andreia	A alfabetização científica dos estudantes está relacionada com a abordagem CTSA. Através dessa abordagem, trabalhamos os conteúdos de ciências não apenas focando nos conceitos científicos, mas também na problematização de temas que envolvem as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Dessa forma, com a abordagem CTSA, alfabetizamos cientificamente os futuros cidadãos para que eles possam compreender ciência e tecnologia de maneira ampla, evitando que sejam enganados por mitos relacionados a essas áreas. Assim, ao planejar nossas aulas, devemos nos preocupar em inserir os temas CTSA nos conteúdos e preparar atividades com esse enfoque. Além disso, é importante entender a diferença entre educação e ensino CTSA: enquanto o ensino CTSA é mais pontual, a educação CTSA tem um significado mais amplo.
Carla	O objetivo é despertar no aluno o interesse em relacionar ciência com tecnologia e capacitá-lo para discutir as implicações dessas áreas na sociedade e no meio ambiente. Por meio de um ensino crítico, busca-se contribuir para a

	<p>educação científica do aluno, indo além da simples transmissão de conceitos científicos, e formando cidadãos capazes de tomar decisões informadas sobre ciência e tecnologia em seu cotidiano. Isso está diretamente relacionado à educação para a cidadania e ao desenvolvimento de valores. Para ensinar com base na abordagem CTSA, é essencial saber preparar os materiais, pois nem sempre o livro didático aborda os conteúdos de ciências sob essa perspectiva. Podemos, então, agregar temas CTSA aos conteúdos já existentes nas disciplinas, por meio de inserções, e promover a discussão desses temas em sala de aula.</p>
Maria	<p>O objetivo principal é promover a alfabetização científica e tecnológica dos alunos. Para isso, o ensino não deve se limitar à transmissão de conceitos sobre ciências, mas ir além, envolvendo a discussão das inter-relações entre ciência e tecnologia, e como elas interferem e são moldadas pela sociedade. A finalidade do ensino é formar pessoas capazes de tomar decisões informadas quando o assunto é ciência e tecnologia na sociedade. Compreendi também que o ensino CTSA é algo mais pontual, ocorrendo por meio de ações efetivas na sala de aula, como o trabalho com temáticas inseridas nos conteúdos das disciplinas. Já a educação CTSA é algo mais abrangente.</p>
Rafaela	<p>Esta abordagem educacional propõe um ensino de ciências que enfatiza as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. O objetivo não é apenas transmitir conceitos, mas também abordar temáticas que envolvam essas inter-relações, promovendo assim a alfabetização científica e tecnológica na escola. Através desse ensino, é possível desconstruir as ideias tradicionais sobre ciência e tecnologia que ainda são propagadas, formando pessoas críticas capazes de participar ativamente na sociedade. No entanto, existem desafios para trabalhar com a abordagem CTSA, como a necessidade de o professor saber produzir materiais, atividades e conteúdos específicos para desenvolver essas temáticas.</p>
Davi	<p>Primeiro, é importante destacar a diferença entre Educação e Ensino CTSA. A educação CTSA é algo mais amplo, um tipo de abordagem curricular, enquanto o ensino CTSA refere-se às ações didáticas em uma perspectiva CTSA. O objetivo é proporcionar aos estudantes um conhecimento mais abrangente sobre ciência e tecnologia, desenvolvendo seu pensamento crítico para que estejam preparados para tomar decisões em uma sociedade que enfrenta constantes avanços científicos e tecnológicos. Essa abordagem visa contribuir para o processo de alfabetização científica e tecnológica, indo além da simples transmissão de conceitos científicos e preocupando-se em elucidar a natureza da ciência e da tecnologia como práticas sociais e humanas, com foco nas interconexões com a sociedade e o ambiente. Uma das formas de aplicar essa abordagem em sala de aula é inserindo temáticas CTSA nos conteúdos da disciplina de ciências, sendo fundamental, para isso, saber construir sequências didáticas adequadas para trabalhar na escola.</p>

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

As narrativas dos residentes apresentam diversas considerações sobre a Educação e o Ensino CTSA. Andreia, por exemplo, enfatizou a importância da alfabetização científica dos estudantes por meio da abordagem CTSA. A participante argumentou que, em vez de focar apenas nos conceitos científicos, o ensino deve problematizar temas que envolvem as inter-

relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Andreia narrou que o objetivo é formar cidadãos que compreendam a ciência e a tecnologia de maneira ampla, evitando ser enganados pelos mitos relacionados a esses campos. Indo além, a residente distinguiu entre educação e ensino CTSA, sublinhando que o ensino é mais pontual e a educação tem um significado mais abrangente.

Carla, por sua vez, destacou que o objetivo da perspectiva CTSA na educação é despertar nos alunos o interesse em relacionar ciência com tecnologia e discutir suas implicações na sociedade e no meio ambiente. Na concepção da participante, o ensino crítico visa contribuir para a educação científica dos alunos, formando cidadãos capazes de tomar decisões informadas sobre ciência e tecnologia. Carla enfatizou a necessidade de preparar materiais didáticos adequados, pois os livros didáticos nem sempre abordam os conteúdos de ciências sob a perspectiva CTSA. A residente defendeu que temas CTSA podem ser agregados aos conteúdos existentes para promover discussões em sala de aula.

Em mesmo sentido, Maria também focalizou na alfabetização científica e tecnológica dos alunos. Em sua narrativa, argumentou que o ensino não deve se limitar à transmissão de conceitos científicos, mas deve ir além, discutindo as inter-relações entre ciência e tecnologia e como elas são moldadas pela sociedade. Quanto ao objetivo, Maria indicou que é formar pessoas capazes de tomar decisões informadas sobre ciência e tecnologia. Por fim, a residente também distinguiu entre ensino e educação CTSA, sendo o ensino as ações efetivas na sala de aula e a educação um conceito mais abrangente.

Quanto à participante Rafaela, em sua narrativa, sugeriu que a educação CTSA deve focar nas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. A residente argumentou que o ensino de ciências deve desmistificar as ideias tradicionais de ciência e tecnologia, promovendo a alfabetização científica e tecnológica. Além disso, reconheceu os desafios dessa abordagem, como a necessidade de os professores saberem produzir materiais, atividades e conteúdos para desenvolver as temáticas CTSA.

Por fim, em sua narrativa, Davi estabeleceu a distinção entre educação e ensino CTSA. O residente considerou a educação como uma abordagem curricular ampla, enquanto o ensino refere-se a ações didáticas específicas. Quanto ao objetivo da educação/ensino CTSA, Davi apontou que é proporcionar um conhecimento mais amplo sobre C&T, desenvolvendo o pensamento crítico dos estudantes para que estejam preparados para tomar decisões em uma sociedade em constante avanço científico e tecnológico. O participante concluiu destacando a importância de construir sequências didáticas que incluam temas CTSA nos conteúdos das disciplinas, de modo a desenvolver um trabalho perspectivado nessa abordagem.

A partir da leitura e análise das narrativas, foi possível verificar pontos de convergência nos escritos dos residentes. Como exemplo, há uma concordância de que a educação CTSA visa promover a alfabetização científica e tecnológica, indo além da simples transmissão de conceitos científicos, possibilitando o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, de forma que estes possam tomar decisões informadas sobre ciência e tecnologia.

Nesse sentido, a partir de Auler (2007), entendemos como objetivos da educação CTSA: promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais e discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e tecnologia; adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico; e formar cidadãos alfabetizados científica e tecnologicamente, sendo assim capazes de participar da tomada fundamentada de decisões, desenvolvendo um pensamento crítico.

Além disso, Santos (2011, p. 23) sinaliza que "na educação científica, o movimento CTS assumiu como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica, bem como o desenvolvimento de valores". Ou seja, um claro exemplo de formação para a cidadania. Portanto, tem-se que um dos principais objetivos da educação CTSA é promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes para a tomada de decisões em uma sociedade cada vez mais impregnada dos produtos da ciência e da tecnologia, conforme narrado pelos residentes e referendado pelos autores Auler (2007) e Santos (2011).

Vale lembrar, ainda, que a cidadania só pode ser exercida plenamente quando o cidadão ou cidadã tem acesso ao conhecimento, o que vai além de apenas mais informações. Cabe aos educadores, portanto, promover essa educação científica. (Chassot, 2018). Em outras palavras, para tomar decisões, o cidadão precisa ter conhecimentos e a capacidade crítica de analisá-los, avaliando as opções e ponderando os prós e contras de cada alternativa.

As narrativas também destacaram a importância do trabalho com temáticas que relacionem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente nos conteúdos das disciplinas. Isso envolve problematizar esses temas e discutir suas implicações no seio social. Assim, ao encontro dessa consideração, Munchen e Adaime (2021, p. 3) lembram que a abordagem CTSA no ensino se dá a partir de temas, de modo a contemplar "além de discussões científicas e tecnológicas, também as de caráter social, político, econômico, ético e moral, proporcionando ao aluno uma formação que o favoreça a participar como cidadão".

Ainda em referência a Santos e Mortimer (2000), Munchen e Adaime (2021, p. 3) esclarecem que os temas são aqueles que evidenciam as "contradições relativas à ciência e tecnologia e seu impacto social, e que estimulem o debate e a participação dos estudantes", de

forma a possibilitar que as discussões no contexto escolar sejam promotoras de atitudes e valores em uma formação para a cidadania.

Além disso, é possível observar também a tendência em estabelecer a diferenciação entre Educação CTSA e Ensino CTSA, considerando que os residentes Davi, Andreia e Maria defenderam que a Educação é entendida como algo mais amplo, uma abordagem curricular, enquanto o ensino se refere a ações didáticas específicas e pontuais. Nessa direção, Chrispino (2017) é esclarecedor ao trazer que

A Abordagem CTS é uma maneira de abordar o currículo escolar ou mesmo de posicionar-se frente à Educação e ao mundo real, nos seus mais diversos aspectos. Mais do que uma técnica (pois não é uma ferramenta didática que conduz a um fim de aprendizado específico para encerrar-se logo após), nem uma metodologia (pois que abarca aspectos muito mais amplos que aqueles que caracterizam uma metodologia), CTS é uma abordagem curricular e uma escolha de política educacional. A isso classificamos de Educação CTS. Partindo-se desta premissa, pode-se esperar que a maneira de ver e de fazer educação por meio do ensino na abordagem CTS se materializará em várias esferas de ação didática (desde o ensino fundamental até a educação de jovens e adultos), nos ambientes de ensino tradicional ou inovador (visto que a abordagem CTS não está restrita aos instrumentos mas está sob a égide do professor e sua proposta de apresentar o mundo por outra ótica), em ações de formação educacional de longo porte (como cursos de formação) ou mesmo em atividades pontuais (como estudos pontuais e temáticos). A isso classificamos de Ensino CTS (Chrispino, 2017, p. 81).

Entende-se, portanto, que a Educação CTSA pode ser entendida como uma abordagem curricular e, portanto, uma escolha de política educacional. Já a maneira de fazer educação na perspectiva CTSA, em ações didáticas de formação educacional, é entendida como Ensino CTSA. Essa distinção está em sintonia com as narrativas dos residentes participantes.

Outra convergência que merece destaque se refere à defesa que os residentes Davi, Andreia, Carla e Rafaela fizeram acerca da necessidade de preparar materiais didáticos adequados, pois os livros didáticos nem sempre abordam os conteúdos em uma perspectiva CTSA. É necessário saber construir propostas didáticas para desenvolver um trabalho nessa perspectiva, o que, de acordo com a residente Rafaela, constitui um certo desafio.

Em síntese, as narrativas convergiram para a noção de que a educação CTSA é essencial para promover a alfabetização científica e tecnológica, desenvolvendo o pensamento crítico dos estudantes e capacitando-os a tomar decisões informadas sobre ciência e tecnologia. A integração de temas CTSA nos conteúdos das disciplinas é fundamental, e há uma distinção importante entre educação e ensino CTSA. Por fim, é enfatizada a importância da preparação de materiais didáticos adequados para a implementação dessa abordagem em sala de aula.

5.2.6 Elaborando Proposta Didática com Abordagem CTSA

Passa-se agora à análise da proposta didática desenvolvida pelos residentes como atividade final do curso. É importante salientar que a proposição para o desenvolvimento de uma proposta didática com abordagem CTSA consistiu em uma oportunidade de mobilização dos saberes adquiridos ao longo do processo formativo.

Conforme explicitado na seção 4 desta dissertação (página 59), como trabalho final, os residentes elaboraram uma proposta didática em uma perspectiva CTSA. Para isso, foi sugerido o tema "Agrotóxicos", dada a sua importância para o contexto socioeconômico do Estado de Mato Grosso. Os residentes, então, de forma colaborativa, planejaram e produziram a proposta, anexo 1 desta dissertação.

Ao analisar a proposta, voltada para as aulas de Ciências da Natureza no Ensino Médio, foi possível observar que ela busca desenvolver as habilidades (EM13CNT304) e (EM13CNT104) da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A primeira habilidade incentiva a análise e o debate sobre questões controversas relacionadas à aplicação de conhecimentos científicos, como tecnologias do DNA, células-tronco, armamentos e controle de pragas. Já a segunda habilidade visa à avaliação dos riscos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao meio ambiente, considerando fatores como composição, toxicidade e exposição. Além disso, fomenta a busca por soluções individuais e coletivas para seu uso adequado.

Quanto aos objetivos da proposta, eles incluem a compreensão do conceito de agrotóxicos e seus tipos, a análise de seus impactos na saúde, no meio ambiente e na sociedade, a exploração das inter-relações entre agrotóxicos e a abordagem CTSA, o desenvolvimento do senso crítico e da capacidade argumentativa, e a promoção da participação social na busca por alternativas sustentáveis.

Para atingir esses objetivos, a proposta sugere o uso de documentários e noticiários como recursos didáticos, além de aulas expositivas dialogadas e rodas de conversa como estratégias pedagógicas. Essas abordagens visam criar um ambiente interativo e colaborativo que estimule a reflexão e o debate. Certamente, a inserção de debates e discussões nas atividades didáticas incentiva os alunos a se posicionarem e argumentarem sobre questões sociocientíficas, reforçando a importância da participação social na busca por alternativas sustentáveis aos agrotóxicos e contribuindo para a formação de cidadãos participativos na construção de um futuro mais justo e sustentável.

Outra característica importante da proposta é a intencionalidade de contribuir para a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes através da temática dos agrotóxicos. Dessa

forma, a proposta explora os impactos dos agrotóxicos na saúde humana, no meio ambiente e na sociedade, além de problematizar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Indo além, apesar das críticas à BNCC, foi possível observar que as habilidades contempladas na proposta (EM13CNT304 e EM13CNT104) se alinham com a perspectiva CTSA. Isso ocorre porque a proposta incentiva os alunos a analisar e debater questões controversas relacionadas à aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos, considerando seus impactos socioambientais e a necessidade de soluções sustentáveis.

Outro ponto relevante da proposta didática é que ela não se limita a apresentar informações sobre agrotóxicos. Em vez disso, busca explorar as complexas inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente envolvidas nessa temática. O conteúdo abrange desde o desenvolvimento científico e tecnológico por trás da produção de agrotóxicos até seus impactos na saúde humana, no meio ambiente e na sociedade, incluindo questões políticas e econômicas associadas à sua produção e uso.

A análise da proposta didática revelou, ainda, uma forte presença da abordagem CTSA em sua concepção, conteúdo e atividades, evidenciando seu potencial para oferecer aos alunos uma compreensão mais realista das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, por meio da temática dos agrotóxicos. Assim, a proposta não apenas amplia o conhecimento científico dos estudantes, mas também pode promover o desenvolvimento de atitudes e valores essenciais para a formação de cidadãos participativos no processo de tomada de decisões. Por certo, ao estimular a reflexão crítica sobre os impactos dos agrotóxicos, a proposta favorece a construção de valores como responsabilidade socioambiental, ética e respeito à vida.

Outro aspecto importante observado é a problematização do discurso de neutralidade da ciência e da tecnologia, permitindo compreender que essas áreas são influenciadas por interesses econômicos, políticos e pessoais. Essa abordagem é fundamental para que os estudantes desenvolvam um senso crítico sobre a natureza da ciência e da tecnologia, bem como sobre a influência dessas áreas na sociedade.

Por fim, a escolha do tema agrotóxicos e sua contextualização com a realidade econômica e socioambiental de Mato Grosso sugere uma intenção de tornar a proposta mais relevante e significativa para os estudantes. Isso também pode aumentar o interesse nas discussões e atividades propostas, o que pode ser um fator contribuinte no processo de ensino-aprendizagem.

Certamente, a proposta se alinha com a perspectiva de Santos (2011) e Munchen e Adaime (2021) ao destacar o desenvolvimento de atitudes e valores como um dos principais objetivos da educação CTSA, fundamental para a tomada de decisões. Além disso, a proposta

reflete a visão de Crispino (2017) ao focar na discussão e problematização das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, utilizando temas que emergem do contexto social dos estudantes e que abordam tanto os conceitos científicos quanto as relações CTSA.

Em tempo, é pertinente chamar a atenção para uma preocupação que deve existir ao preparar os materiais a serem utilizados nas aulas. Assim, considerando o questionamento "o que ensinar de Ciências?", Chassot (2018) sugere que a alfabetização científica seja realizada com novas exigências na seleção de conteúdos, pois a maioria dos conteúdos que são ensinados não conduzem ao desvelamento da realidade. O autor vai além ao considerar que

Resta uma alternativa: mudança. Uma alternativa de mudança que poderia ser direcionadora de um ensino que busque cada vez mais propiciar que os conteúdos que se emprega para fazê-lo sejam um instrumento de leitura da realidade e facilitadora da aquisição de uma visão crítica da mesma e, assim, possa contribuir [...] para modificá-la para melhor, em que esteja presente uma continuada preocupação com a formação de cidadãs e de cidadãos críticos (Chassot, 2018, p. 131).

Por certo, é possível visualizar na proposta didática elaborada pelos residentes a preocupação em tornar o ensino de Ciências menos apolítico, por meio da seleção de conteúdos que refletem a realidade, possibilitando aos estudantes a aquisição de uma visão crítica desta. Por fim, é importante esclarecer que a combinação do desenvolvimento do pensamento crítico, a formação de atitudes e valores e a compreensão das relações CTSA é de fundamental importância no processo de alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

5.2.7 A Percepção dos Residentes sobre as Contribuições do Produto Educacional

Neste momento, é relevante apresentar a análise das percepções dos residentes sobre as contribuições do Produto Educacional para suas formações. Assim, busca-se entender, por meio das narrativas dos próprios participantes, apresentadas no quadro 14 abaixo, as principais contribuições que eles atribuem ao PE.

Quadro 14: Percepções dos Residentes sobre as Contribuições do Produto Educacional

Residentes	Narrativas
Andreia	Para a minha formação, houve muitas contribuições, pois me apresentou uma visão de Ciência e Tecnologia que eu não conhecia. Hoje, percebo que, em minhas regências, frequentemente transmitia uma imagem pouco realista de ciência para os meus alunos. Agora, conhecendo a abordagem CTSA e sabendo construir uma proposta de aula que evidencie essas inter-relações, acredito que

	isso mudará minha forma de ensinar. O curso também me fez perceber e me preocupar mais com a educação científica dos alunos, para que, alfabetizados, eles possam ter uma visão adequada e crítica sobre ciência e tecnologia.
Carla	O curso trouxe algo novo para mim. Eu via a ciência de uma forma tradicional, acreditando que tudo nela era maravilhoso e que a tecnologia só trazia benefícios. Aprender sobre as relações CTSA, especialmente ao ver a ciência e a tecnologia como atividades desenvolvidas por pessoas comuns e seus impactos na comunidade e no meio ambiente, abriu muito meus olhos. Se eu seguir na carreira de professora, quero transmitir esses conhecimentos aos meus futuros alunos através das minhas aulas, auxiliando-os no processo de alfabetização científica. O curso também me ensinou a elaborar materiais e propostas didáticas para trabalhar nessa perspectiva.
Maria	O curso contribuiu muito para a minha formação, pois agora vejo a ciência e a tecnologia de forma diferente. Sinto-me na obrigação de ensinar meus alunos dessa maneira, para que eles também desenvolvam um olhar crítico sobre ciência e tecnologia. Reconheço que há desafios, como a necessidade de elaborar materiais para desenvolver as aulas nessa abordagem, mas também aprendi a fazer isso no curso.
Rafaela	O curso me fez ver a ciência e os cientistas de uma forma diferente. Antes não tinha a percepção de que nem tudo na ciência e na tecnologia é positivo; pelo contrário, elas podem trazer muitos impactos negativos para a sociedade. Acredito que a maior contribuição foi mudar minha forma de enxergar essas práticas e também me ensinar como trabalhar com essa abordagem. Assim, poderei levar esses saberes para a sala de aula como futura professora.
Davi	Mesmo tendo conhecimento sobre a Natureza da Ciência, o curso ampliou minha visão sobre o tema. Como desejo ser professor, considero que a maior contribuição foi ter aprendido elaborar sequência de aula com enfoque CTSA. Além disso, compreendi o que é alfabetização científica e sua importância na sociedade atual. Percebi que não faz sentido apenas despejar conceitos aleatórios nas aulas de ciências; é necessário problematizar e relacionar os conteúdos com aspectos sociais, culturais, tecnológicos e ambientais.

Fonte: organizado pelo autor com base nas entrevistas.

As narrativas dos residentes trazem múltiplos aspectos sobre as contribuições do Produto Educacional para suas formações. A seguir, apresenta-se uma análise das principais contribuições destacadas por eles.

Andreia destacou que o curso ampliou sua visão de Ciência e Tecnologia, permitindo-lhe reconhecer que, anteriormente, transmitia uma imagem irrealista da ciência aos seus alunos. A residente acredita que os conhecimentos adquiridos ao estudar CTSA pode transformar sua prática pedagógica, visto que aprendeu a construir propostas de aula que evidenciem as inter-relações entre esses elementos. Além disso, ela destacou a importância de promover a educação científica dos alunos, visando desenvolver neles uma visão crítica e adequada de C&T.

Carla, por sua vez, relatou que o curso trouxe uma nova perspectiva sobre ciência e tecnologia, desmistificando a visão tradicional de que essas áreas são sempre benéficas. O

aprendizado sobre as relações CTSA, incluindo os impactos das atividades científicas e tecnológicas na sociedade e no meio ambiente, foi um ponto de destaque. A residente mencionou que levará esses conhecimentos para as suas aulas, de forma a promover a alfabetização científica de seus futuros alunos. Por fim, Carla apresentou mais uma contribuição, que foi aprender a elaborar materiais didáticos alinhados a essa perspectiva.

Quanto a residente Maria, ela reconheceu que o curso mudou sua forma de ver a ciência e a tecnologia, e sente-se na obrigação de socializar essa visão crítica com seus alunos. Ela sinalizou que a necessidade de elaboração de materiais didáticos para a mobilização dessa abordagem é um desafio, mas ressaltou que o curso a capacitou a desenvolver tais materiais, sendo essa uma contribuição significativa em sua formação.

Rafaela mencionou que o curso alterou sua percepção sobre a ciência e os cientistas, destacando que nem tudo na ciência e na tecnologia é benéfico, podendo haver impactos negativos para a sociedade. A maior contribuição, segundo ela, foi essa mudança de perspectiva e o aprendizado de como trabalhar nessa abordagem. A residente disse se sentir mais preparada para levar esses conhecimentos para sua sala de aula como futura professora de ciências.

Por fim, temos a narrativa de Davi, o qual afirmou que o curso ampliou sua visão. Ele destacou a importância de ter aprendido elaborar sequências de aula com enfoque CTSA, considerando essa a maior contribuição do curso. Davi compreendeu a relevância da alfabetização científica na sociedade e percebeu que é fundamental problematizar e relacionar os conceitos científicos com aspectos sociais, culturais, tecnológicos e ambientais nas aulas.

Ao analisar as narrativas dos residentes sobre as contribuições do Produto Educacional em suas formações, alguns pontos de convergência podem ser visualizados. Inicialmente, eles mencionaram que o curso ampliou suas visões sobre Ciência e Tecnologia. Nesse sentido, Andreia destacou que o curso lhe permitiu reconhecer que anteriormente transmitia uma imagem irrealista da ciência aos seus alunos. Carla relatou que o curso desmistificou a visão tradicional de que ciência e tecnologia são sempre benéficas. Rafaela também mencionou que o curso alterou sua percepção sobre a ciência e os cientistas, destacando os potenciais impactos negativos da ciência e tecnologia na sociedade. Davi afirmou que o curso ampliou ainda mais sua visão. Por certo, essa convergência sugere que o curso foi importante em proporcionar uma compreensão mais realista desses empreendimentos sociais.

O desenvolvimento de Propostas Didáticas alinhadas à educação CTSA é outro ponto de convergência observado, o que é evidenciado quando Carla destacou que o curso a ensinou a elaborar propostas didáticas para trabalhar nessa perspectiva. De forma semelhante, Maria reconheceu que, embora a elaboração de materiais seja um desafio, o curso a capacitou a

desenvolver tais materiais, sendo essa uma contribuição significativa em sua formação. Em mesmo sentido, Davi considerou a aprendizagem de como elaborar sequências de aula com abordagem CTSA como uma das maiores contribuições do curso. Certamente, essa convergência sugere que o curso foi importante para subsidiar os residentes na elaboração de propostas didáticas em uma perspectiva CTSA, o que é de fundamental importância quando se vislumbra a mobilização dessa abordagem curricular no contexto escolar.

Por fim, os dados apontaram para um reconhecimento coletivo da importância da educação científica. Nesse sentido, Andreia sublinhou a importância de desenvolver uma visão crítica e adequada sobre ciência e tecnologia entre seus alunos. Carla, por sua vez, reforçou essa ideia, afirmando que deseja promover a alfabetização científica de seus futuros alunos. Quanto ao residente Davi, compreendeu a relevância da alfabetização científica na sociedade, focalizando a necessidade de problematizar e relacionar conceitos científicos com aspectos sociais, culturais, tecnológicos e ambientais. Essas convergências indicam que os residentes reconheceram a importância de promover a educação científica no contexto escolar.

Em síntese, as narrativas desses professores em formação inicial revelam reflexões importantes que, somadas às outras obtidas anteriormente, fornecem *insights* valiosos para entender as contribuições do Produto Educacional em suas formações enquanto futuros professores de Ciências.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao objetivar contribuir com o processo de formação inicial de professores para a mobilização da educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no contexto escolar, por meio da elaboração de material didático, os dados obtidos e analisados permitiram concluir que o objetivo proposto foi alcançado.

Inicialmente, ao discutir elementos teórico-práticos sobre a formação de professores pesquisadores, incluindo modelos de formação docente e pressupostos para a formação dos professores de Ciências, é elucidada a concepção de formação defendida entre as diversas tendências formativas que permeiam esse processo. Defende-se, assim, a formação inicial de professores de Ciências baseada nos pressupostos da racionalidade crítica; o Programa Residência Pedagógica como uma iniciativa valiosa para a formação de professores, visto que se trata de uma importante política de indução/inserção profissional e de integração universidade-escola; e, também, a educação CTSA em sala de aula como forma de promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

Quanto ao desenvolvimento da proposta formativa, foi possível observar múltiplas contribuições para a formação dos futuros professores de Ciências. Entre essas contribuições, destaca-se a formação de percepções adequadas acerca do campo CTSA, especialmente no que se refere ao contexto histórico de seu surgimento, bem como às suas finalidades.

Observou-se, também, a convergência para uma crítica à visão tradicional da ciência e, conseqüentemente, o deslocamento para uma visão menos simplista desta. Isso fica evidente quando os residentes reconhecem a ciência como uma prática social influenciada por fatores pessoais, políticos, econômicos, culturais e sociais. Essa visão dos residentes permite compreender que a ciência, como linguagem que facilita a leitura do mundo, é também um empreendimento humano, portanto, mutável e falível. Em outras palavras, o conhecimento científico não é algo pronto e acabado, nem pode ser entendido como uma certeza absoluta. Além disso, observa-se a desmistificação da ideia de que a ciência é isenta de vieses e interesses, o que revela a compreensão de que sua suposta neutralidade não deve ser assumida como uma verdade incontestável.

Além disso, os dados apontaram para o entendimento, por parte dos residentes, de que a tecnologia é uma prática social e, assim, influenciada por contextos sociais, culturais, políticos e econômicos, além da desmitificação dos mitos da tecnocracia, da perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia e do endosso ao modelo tecnocrático de decisões.

Da mesma forma, observa-se a convergência para a ideia de que ciência, tecnologia, sociedade e ambiente estão interligados de maneira complexa e dinâmica, bem como o entendimento de que a compreensão dessas relações é essencial para tomar decisões informadas e responsáveis sobre o desenvolvimento e a aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos. Além disso, visualiza-se ainda a defesa da inclusão e valorização da sociedade nos processos decisórios, bem como da análise crítica das intenções e impactos das produções tecnológicas na sociedade.

Ademais, observa-se a confluência para a defesa de que a educação CTSA, por meio da integração de temas CTSA nos conteúdos das disciplinas, é fundamental para promover a alfabetização científica e tecnológica, desenvolvendo o pensamento crítico dos estudantes e capacitando-os a tomar decisões informadas sobre ciência e tecnologia, além da defesa de que a preparação de materiais didáticos adequados é importante para a implementação dessa abordagem.

Em tempo, a análise da proposta didática elaborada pelos residentes revelou a efetiva mobilização dos saberes adquiridos ao longo do processo formativo. A proposta, que aborda a temática dos agrotóxicos sob uma perspectiva CTSA, demonstrou a compreensão desses professores em formação inicial sobre a importância de integrar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino, além de evidenciar a capacidade de aplicar os conhecimentos teóricos em um contexto prático.

Com efeito, a proposta didática não apenas demonstrou a apropriação dos conceitos e princípios do campo CTSA, mas também a habilidade dos residentes em traduzir esses conhecimentos em atividades e estratégias pedagógicas que estimulam o pensamento crítico, a reflexão e a participação dos estudantes. É, portanto, uma evidência da efetividade do processo formativo, sinalizando que os residentes não apenas assimilaram os conhecimentos teóricos, mas também desenvolveram a capacidade de implementá-los no contexto escolar. Destarte, essa mobilização de saberes é condição para a promoção da educação científica no contexto escolar.

Por tudo isso, e em consideração ao problema de pesquisa "*Como contribuir para a formação inicial de professores pesquisadores para a mobilização da educação CTSA em suas práticas docentes?*", que guiou o estudo, pode-se considerar que as contribuições são evidentes.

Contribuiu-se, inicialmente, buscando conhecer as percepções dos residentes em formação acerca da temática objeto de estudo, oportunidade em que foram identificadas algumas necessidades formativas. Essas necessidades formativas são compreendidas aqui como visões simplistas e ingênuas sobre a natureza da ciência e da tecnologia, além da falta de entendimento das inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Ressalta-se que as necessidades formativas identificadas foram consideradas na elaboração do produto educacional.

Contribuiu-se, também, planejando, elaborando e desenvolvendo um material didático com vista a oferecer conhecimentos teórico-práticos sobre a natureza da ciência, da tecnologia, das relações CTSA e da Educação e Ensino CTSA. Dessa forma, foi oferecido um panorama dessa perspectiva, permitindo que os residentes adquirissem uma visão mais realista sobre a natureza da ciência, da tecnologia e das relações CTSA, conforme mostraram os dados obtidos e analisados. Assim, os residentes puderam encontrar direções que lhes permitiram/permitem mobilizar os saberes na elaboração de propostas didáticas com abordagem CTSA e, conseqüentemente, promover a educação científica dos estudantes.

Certamente, com base no que foi exposto, é possível visualizar a concretização do objetivo proposto, considerando que os dados evidenciam as contribuições na formação dos futuros professores para a mobilização da educação CTSA no contexto escolar.

Concluindo, é pertinente finalizar a tessitura deste texto esclarecendo que, embora a educação CTSA apresente muitas vantagens e possa ser entusiasmante para professores e alunos, ela não deve ser vista como uma solução milagrosa para todos os problemas educacionais. Ao fazer essa consideração, Chrispino (2017) sugere, ainda, que a Educação CTSA seja considerada uma valiosa alternativa, entre várias disponíveis, para melhorar o ensino de Ciências, baseando-se nos princípios da alfabetização científica e tecnológica.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, T. B.; FERREIRA, L. H. Paradigma indiciário: abordagem narrativa de investigação no contexto da formação docente. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 37, p. 1-22, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/74451>. Acesso em: 2 fev. 2024.
- ANTONIO, D. C. L. *et al.* Ensino de ciências: proposta da disciplina de Projetos CTS. In: Simpósio Nacional De Ensino De Ciências e Tecnologia, 2. Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UTFPR, Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2010/artigos/CTS/08.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2024.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rcen&cod=_enfoqueciencia-tecnologi. Acesso em: 4 jun. 2024.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 122-134, jun., 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10048>. Acesso em: 13 set. 2024.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria GAB nº 38, de 28 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/28022018-portaria-n-38-institui-rp-pdf>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria CAPES nº 82, de 26 de abril de 2022. Disponível em: https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/diretoria-de-educacao-basica/28042022_Portaria_1691648_SEI_CAPES___1689649___Portaria_GAB_82.pdf. Acesso em: 22 ago. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria CAPES nº 90, de 25 de março de 2024. Disponível em: <https://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=14542>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2017.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Ed.

UNIJUI, 2018.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/147/109>. Acesso em: 15 dez. 2023.

CUNHA, R. B. Índícios de educação CTS nas licenciaturas em ciências da natureza na UNICAMP. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, v. 15, n. 33, p. 141–151, 2023. Disponível em: <https://revformacaodocente.com.br/index.php/rbfp/article/view/703>. Acesso em: 1 fev. 2024.

DECONTO, D. C.; CAVALCANTI, C. J. H.; OSTERMANN, F. Níveis de compreensão sobre CTS construídos na formação inicial de professores de física em uma universidade pública brasileira. **Enseñanza De Las Ciencias**, Sevilha, n.º ext., p. 567-571, 2017. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/16_-_Niveis_de_compreensao_sobre_CTS.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

DINIZ-PEREIRA, J. E. Da Racionalidade Técnica a Racionalidade Crítica: Formação Docente e Transformação Social. **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, v. 1, n. 1, p. 34-42, 12 jun. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/persdia/article/view/15>. Acesso em: 08 jan. 2024.

DINIZ-PEREIRA, J. E.; ZEICHNER, K. M. **A Pesquisa na Formação e no Trabalho Docente**. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

EGEVARDT, C. *et al.* Desafios da educação CTS na formação de professores de química: analisando uma disciplina CTS. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 9, n. 2, p. e21038, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/11796>. Acesso em: 4 fev. 2024.

FEENBERG, A. Critical Theory of Technology. In: Jan Kyrre Berg Olsen, Stig Andur Pedersen, Vincent F. Hendricks (Eds.), **A Companion to Philosophy of Technology**, Oxford, Blackwell Publishing, 2009.

GATTI, B. A. *et al.* **Professores do Brasil: novos cenários de formação**. Brasília. UNESCO, 2019.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 10. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

LIBÂNEO, J. C. Finalidades educativas escolares em disputa, currículo e didática. In: LIBÂNEO, J. C.; ECHALAR A.D. L. F.; SUANNO, M. V. R.; ROSA, S. V. L. (org.). **Em defesa do direito à educação escolar: didática, currículo e políticas educacionais em debate**. VII Edipe. Goiânia: Editora da UFG, 2019. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/5146/material/Texto%20Livro%20VII%20EDIPE%202019.pdf>. Acesso em: 6 out. 2023.

LIBÂNEO, J. C. O dualismo perverso da escola pública brasileira: escola do conhecimento para os ricos, escola do acolhimento social para os pobres. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 1, mar. 2012. Disponível em:

<https://www.revistas.usp.br/ep/article/view/28323/30180>. Acesso em: 7 out. 2023.

MUNCHEN, S. **A inserção da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na formação inicial de professores de química**. Tese. Doutorado em Educação em Ciências. Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

MÜNCHEN, S.; BOHRER ADAIME, M. Abordagem CTS na formação inicial de professores de Química: uma análise de sequências didáticas. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 1, p. 134–150, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3532>. Acesso em: 4 fev. 2024.

NÓVOA, A. Os Professores e a sua Formação num Tempo de Metamorfose da Escola. **Educação & Realidade**, v. 44, n. 3, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/educacaoe realidade/article/view/84910>. Acesso em: 12 ago. 2024.

OLIVEIRA, M. P. Os Mitos da Ciência e da Tecnologia: Uma Reflexão Filosófica acerca da Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Alexandria**, v. 16, n. 1, p. 345-366. Florianópolis, maio. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/90267>. Acesso em: 4 fev. 2024.

PANIAGO, R. **Os professores, seu saber e seu fazer: elementos para uma reflexão sobre a prática docente**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2017.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência**. 8. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2017.

PINHEIRO, A. *et al.* Educação CTSA e aprendizagem baseada em problemas: possibilidade metodológica para o curso de bacharelado em ciência e tecnologias de alimentos. **Revista Ifes Ciência**, v. 8, n. 1, p. 1-25, 2022. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/1648>. Acesso em: 3 fev. 2024.

POPPER, K. **A Lógica da Pesquisa Científica**. Trad. Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 2007.

SÁ-CHAVES, I. **Portfólios reflexivos - estratégia de formação e de supervisão**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2007.

SANTOS, B. de S. **Um Discurso sobre as Ciências**. São Paulo: Cortez, 2018.

SANTOS, W. L. P dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, dez., 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10060>. Acesso em: 9 jul. 2023.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-12, 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciae ensino/article/viewFile/149/120>. Acesso em: 3 fev. 2024.

SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: UNB, 2011.

SASSERON, L. H; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. Livraria da Física, São Paulo, 2017.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner: how professionals think in action**. EUA: Basic Books, 1983.

SIQUEIRA, G. C. de. *et al.* CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14128>. Acesso em: 3 fev. 2024.

VÁZQUEZ A. *et al.* A Compreensão dos temas de Ciência, Tecnologia e Sociedade no Brasil: análise comparativa com outros países do PIEARCTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, v. 1, p. 211-240.

VÁZQUEZ, Á. *et al.* Consensos sobre a natureza da ciência. **Química Nova na Escola**, n° 27, fevereiro, 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc27/07-ibero-6.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

VIEIRA, R. M. **Formação Continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico Para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC** 2011. Tese. Doutorado em Didática. Departamento de Didática e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro-Portugal, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questões Orientadoras das Entrevistas Realizadas com Professores de Ciências em Formação Inicial no Programa Residência Pedagógica

Entrevista Inicial

1. Para você, o que é CTS/CTSA?
2. Para você, o que é Ensino CTS/CTSA?
3. Você saberia dizer o que é Alfabetização Científica e Tecnológica? Caso sim, sabe quais são seus objetivos?
4. Considere o fragmento textual a seguir: "*A ciência é um processo objetivo de descoberta e acumulação de conhecimento, em que as teorias e as leis científicas são representações precisas e definitivas da realidade. Ou seja, a ciência é um empreendimento puramente racional, neutro e baseado na aplicação de um código de racionalidade (método científico) livre de influências subjetivas, emocionais ou sociais*". O que você pode dizer sobre esta afirmativa?
5. Considere o fragmento textual a seguir: "*A tecnologia não é boa nem má. Seu uso é que pode ser inadequado, não o artefato em si*". O que você pode dizer sobre esta afirmativa?

Entrevista Final

1. Em que o curso/material contribuiu para a sua formação enquanto professor de Ciências?

APÊNDICE B – Certificado de Ministrante do Curso

O certificado a seguir, emitido pelo IFG, comprova minha atuação como professor pesquisador ministrante do curso.

Figura 1: Certificado de ministrante de curso



A autenticidade deste certificado pode ser verificada através do endereço
<https://sugep.ifg.edu.br/eventos/#/publico/certificados/validar>

Certificado N° 2024138415397339

Fonte: Diretoria de Extensão IFG (2024)

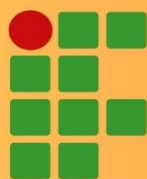
APÊNDICE C – Produto Educacional: Proposta de Formação de Professores de Ciências para a Mobilização da Educação e Ensino CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)

PRODUTO EDUCACIONAL

MATERIAL DIDÁTICO FORMATIVO

PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA
A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E
ENSINO CTSA

CIÊNCIA - TECNOLOGIA - SOCIEDADE - AMBIENTE



**INSTITUTO
FEDERAL**

Goiás

Câmpus
Jataí

RONI FRANÇA SILVA

ROSENILDE NOGUEIRA PANIAGO





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: Material Didático

Nome Completo do Autor: Roni França Silva

Matrícula: 20231020280078

Título do Trabalho: PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE)

Autorização - Marque uma das opções

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/___ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
 Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí,
Local

30/09/2024
Data



Documento assinado digitalmente
RONI FRANCA SILVA
Data: 30/09/2024 10:55:52-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: Material Didático | |

Nome Completo do Autor: Roni França Silva

Matrícula: 20231020280078

Título do Trabalho: PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE)

Autorização - Marque uma das opções

1. Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/____ (Embargo);
3. Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
 Outra justificativa: _____


DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí,
Local

30/09/2024
Data

Documento assinado digitalmente
 ROSENILDE NOGUEIRA PANIAGO
 Data: 01/10/2024 14:28:38-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA



PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A
MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
SOCIEDADE E AMBIENTE)

Roni França Silva
Rosenilde Nogueira Paniago

Produto Educacional vinculado à dissertação:

**Formação Inicial de Professores de Ciências no Programa de Residência
Pedagógica para a Mobilização da Educação CTSA (Ciência, Tecnologia,
Sociedade e Ambiente)**

JATAÍ
2024

Ficha Catalográfica



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS CÂMPUS JATAÍ

RONI FRANÇA SILVA

**PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A
MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
SOCIEDADE E AMBIENTE)**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática, defendido e aprovado, em 26 de setembro de 2024, pela banca examinadora constituída por: **Profa. Dra. Rosenilde Nogueira Paniago** - Presidente da banca/Orientadora - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano); **Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva** - Membro interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), e **Prof. Dr. Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa** - Membro externo - Universidade do Minho (Uminho). A sessão de defesa foi devidamente registrada em ata que depois de assinada foi arquivada no dossiê do estudante.

Documento assinado digitalmente
gov.br ROSENILDE NOGUEIRA PANIAGO
Data: 30/09/2024 16:08:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)

Prof.^a Dra. Rosenilde Nogueira Paniago
Presidente da Banca (Orientadora – IF Goiano)

Documento assinado digitalmente
gov.br CARLOS CEZAR DA SILVA
Data: 30/09/2024 21:09:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva
Membro interno (IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa
Membro externo (Uminho)

Assinado por: **Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa**
Num. de Identificação: 06299609
Data: 2024.09.30 19:56:39+01'00'

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

7

MÓDULO 1 – O CAMPO CTSA

8

MÓDULO 2 – A CIÊNCIA

17

MÓDULO 3 – A TECNOLOGIA

25

MÓDULO 4 – AS RELAÇÕES CTSA

34

MÓDULO 5 – EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA

42

APRESENTAÇÃO

“Há, aqui, um convite à rebeldia. Um ensino mais político não se anuncia, se faz. Ele ocorre quando mostramos a serviço de quem está a Ciência que nós ensinamos. Ele acontece quando nós delimitamos espaços e fazemos ocupações. Quando caracterizamos e marcamos o lado no qual nós estamos” (Chassot, 2018, p. 135)

Professor (a),

Este material didático formativo é um **Produto Educacional** parte integrante da pesquisa intitulada “Formação Inicial de Professores de Ciências no Programa de Residência Pedagógica para a Mobilização da Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)”, realizada no contexto do Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática, curso ofertado pelo Instituto Federal de Goiás, Câmpus Jataí.

A pesquisa teve como objetivo contribuir com a formação inicial de futuros professores de Ciências para a mobilização da Educação CTSA. Para isso, foi necessário elaborar este material, que pode ser utilizado por outros professores em formação. Assim, a finalidade deste material didático é fornecer saberes teórico-práticos sobre o campo CTSA, apoiando-os na elaboração de propostas didáticas nessa perspectiva, a fim de promover a educação científica no contexto escolar.

Este material didático é composto por **sequências de textos**, **videoaulas** e sugestão de **conteúdos complementares**. Em cada temática apresentada será feita uma breve sinalização teórico-prática para contextualizar o tema e suscitar os leitores a aprofundarem o estudo nos referenciais teóricos indicados. Para a hospedagem dos vídeos, foi criado um perfil no *Instagram*, que pode ser acessado através do link abaixo ou Código QR ao lado.

https://www.instagram.com/ensino.ctsa?igsh=YzZhNWs5eW85bjk3&utm_source=qr



O material está organizado em módulos, em que cada um aborda uma importante temática sobre CTSA, conforme o quadro abaixo.

Módulos e Temáticas

MÓDULOS	TEMÁTICAS
1	O campo CTSA
2	A Ciência
3	A Tecnologia
4	As relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
5	Educação e Ensino CTSA

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

MÓDULO 1 O CAMPO CTSA

Objetivo

- › Conhecer o campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), seus fundamentos, finalidades e contexto histórico de surgimento.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do Texto de apoio do Módulo 1
- › Estudo do conteúdo complementar do Módulo 1
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 1
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu no Módulo 1

*“A população precisa decidir se deseja continuar no caminho atual, e só poderá fazê-lo quando estiver em plena posse dos fatos. Nas palavras de Jean Rostand, **a obrigação de suportar nos dá o direito de saber**”.*
(Rachel Carson, 2010, p. 28)

TEXTO DE APOIO DO MÓDULO 1

O CAMPO CTSA

O campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) se contrapõe à visão clássica do modelo linear de desenvolvimento, o qual afirma que o progresso científico leva ao progresso tecnológico, que, por sua vez, impulsiona o progresso econômico e, conseqüentemente, o progresso social. Essa relação pode ser melhor exemplificada por meio da equação abaixo, apresentada por Chrispino (2017).



Cabe aqui fazer algumas indagações iniciais: Será que essa equação é totalmente verdadeira? teremos necessariamente um maior bem-estar social com mais ciência e tecnologia? Enquanto você reflete sobre esses questionamentos, permita-me trazer algumas considerações que o ajudará a pensar a respeito.

No período Pós-Segunda Guerra Mundial, o mundo vivenciou um rápido avanço científico e tecnológico, trazendo consigo uma série de questões e desafios relacionados ao impacto das novas tecnologias na sociedade. Entre as décadas de 1960 e 1970, ocorreram diversos eventos marcantes, como a Guerra do Vietnã e a crescente preocupação com a degradação ambiental, impulsionando a reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia (CT) para a sociedade. Com efeito, começou-se a questionar a ideia de que a ciência e a tecnologia eram neutras e objetivas, apontando para a necessidade de analisar o contexto social, político e econômico em que ambas estavam inseridas.

Na linha do tempo a seguir, procuramos sintetizar, a partir de García et al (1996), eventos históricos que evidenciam a não sustentação do modelo linear de desenvolvimento, sobretudo quanto ao bem-estar social prometido pelo referido modelo. Tais eventos levaram ao surgimento de movimentos ativistas que chamavam a atenção para a necessidade de se discutir os impactos sociais e ambientais que surgiam da chamada “era da prosperidade tecnológica”.

CRONOLOGIA DE FRACASSOS

Adaptado de Garcia *et al* (1996)

Projeto Manhattan - O desenvolvimento científico leva à criação de uma nova Tecnologia - a Bomba Atômica. Três anos depois um avião lança sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki a Little Boy, primeira bomba atômica de urânio. O sucesso dos artefatos Tecnológicos põe fim a segunda grande guerra, com a vitória dos EUA sobre seu inimigo. Mais tarde desvelou-se as consequências sociais para os sobreviventes desse episódio.

1942

O reator nuclear de Windscale, na Inglaterra, sofre um grave acidente, criando uma nuvem radiativa que se desloca pela Europa Ocidental. No mesmo ano explode nos Montes Urais o depósito nuclear Kyshtym, contaminando uma grande extensão ao redor da antiga URSS.

1957

O medicamento Talidomida é proibido na Europa depois de causar mais de 2500 defeitos congênitos em bebês. Muitos outros casos de malformação são constatados em países do terceiro mundo, e também no Brasil. A Talidomida estava relacionada a ocorrência de deformidades nos membros superiores e inferiores (braços e pernas encurtados ou ausentes, mãos e pés malformados).

1961

Afunda o submarino nuclear USS Thresher. O mesmo acontece com mais quatro submarinos nucleares soviéticos nos anos seguintes.

1963

Cai um avião B-52 com quatro bombas de hidrogênio perto de Palomares (Almería), contaminando uma ampla área com radioatividade.

1966

O petroleiro Torry Canyon sofre um acidente e espalha uma grande quantidade de petróleo nas praias do sul da Inglaterra. A contaminação por petróleo converte-se, desde então, em algo comum em todo o mundo.

1967

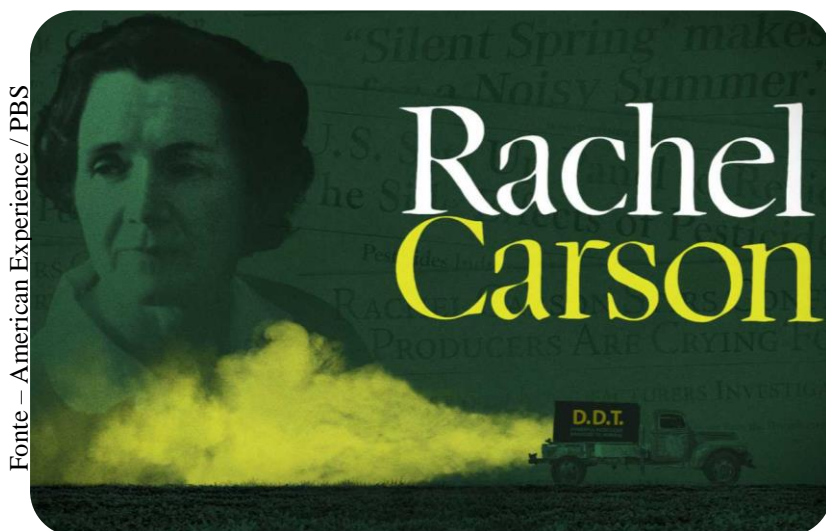
Ao analisar a linha do tempo, é possível depreender as contradições do modelo linear de desenvolvimento. Sobre isso, Chrispino (2017) esclarece que o desenvolvimento científico e tecnológico



“Traz vantagens e benefícios, além de efeitos secundários que podem surgir a curto, médio e longo prazos, e que existem grupos sociais que além de não serem beneficiados com o resultado tecnológico, podem sofrer perdas e restrições com a disseminação do aparato tecnológico”.

------(Chrispino, 2017, p.10) -----

Por certo, percebe-se que a ideia de ciência e tecnologia como portadoras de bondade e progresso, necessariamente acompanhados de bem-estar social, não é totalmente verdadeira. Com efeito, ao longo do tempo, essa concepção clássica do modelo linear de desenvolvimento foi objeto de críticas e questionamentos, especialmente a partir das últimas décadas do século XX, momento em que surgiram movimentos ativistas e personalidades que destacaram as implicações negativas e os dilemas éticos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico. Entre as personalidades, destacamos:



Para saber mais sobre Rachel Carson e Primavera Silenciosa, assista ao documentário acessando o Código QR ou link abaixo:



https://youtu.be/iWE1EYvCzyM?si=v5lOQI8kkBb_bkhN

Em 1962, a bióloga estadunidense Rachel Carson (1907-1964) publicou “Primavera Silenciosa”, uma das obras mais impactantes do século XX. Pereira (2012, p.1) afirma que o livro “é considerado o primeiro alerta mundial contra os efeitos nocivos do uso de pesticidas (em especial o DDT) na agricultura”. A obra de Carson influenciou a criação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, além de inspirar movimentos ambientalistas em diversos países.

O DDT foi desenvolvido em 1874, sendo utilizado inicialmente no combate a piolhos, mosquitos e outros insetos transmissores de doenças como malária, febre amarela, tifo e outras. Foi considerado uma descoberta revolucionária, rendendo ao seu criador, o químico Paul Hermann Muller, o Prêmio Nobel de medicina em 1948.

Após a segunda grande guerra, o DDT foi introduzido no combate a insetos que prejudicavam as plantações agrícolas. No entanto, em pouco mais de dez anos, surgiram relatos de contaminação da água e do solo, assim como a morte de animais.

Pereira (2012), lembra que, no ano de 1958, Carson recebeu uma carta de Olga Huckins, uma amiga jornalista, mencionando a triste cena de pássaros mortos em seu quintal, resultado das pulverizações aéreas com DDT. Esse incidente foi o ponto crucial que motivou Carson a pesquisar os efeitos deletérios do DDD durante quatro anos e a escrever "Primavera Silenciosa".

*“Em áreas cada vez maiores dos Estados Unidos, a **primavera** chega agora sem ser anunciada pelo regresso dos pássaros, e as manhãs, outrora preenchidas pela beleza do canto das aves, estão estranhamente **silenciosas**”.*

----- (Carson, 2010, p. 96) -----

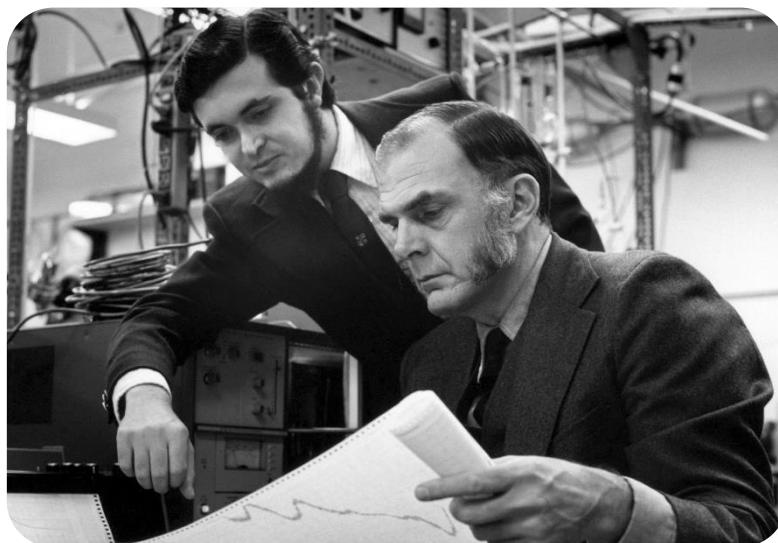
Em seu livro, Carson expôs diversos impactos negativos do uso do DDT. As aplicações não apenas exterminavam as pragas, como insetos, ervas daninhas e fungos, mas também dizimavam muitas outras espécies, incluindo os predadores naturais dessas pragas. Ela demonstrou que esse pesticida afetava todo o ecossistema, contaminando o solo, a água, a fauna e a flora, entrando na cadeia alimentar e chegando aos seres humanos.

Por ser um tema polêmico, Carson despertou reações negativas por parte dos produtores de agrotóxico e cientistas comprometidos com essa produção, que se uniram com o intuito de desacreditá-la. Pereira (2012) afirma que, apesar de toda a perseguição, as denúncias feitas por Carson em “Primavera Silenciosa”, levaram, décadas depois, à proibição do DDT em vários países. É uma pena que ela não tenha podido ver os frutos de seu trabalho, uma vez que Carson faleceu em decorrência de um câncer em 1964.

Ainda hoje, Rachel Carson é considerada a principal expoente do movimento ecologista/ambientalista de caráter político. Pereira (2012) nos lembra que, para Carson, a humanidade estava em guerra com a natureza, trilhando um caminho equivocado que resultava em riscos introduzidos pelo próprio ser humano. E que, em nome do avanço científico, os pesticidas eram promovidos como a melhor solução para erradicar pragas

na agricultura e, assim, resolver o problema da fome. Contudo, isso não se concretizou, pois os insetos desenvolveram resistência aos agrotóxicos e ainda há muitas pessoas passando fome.

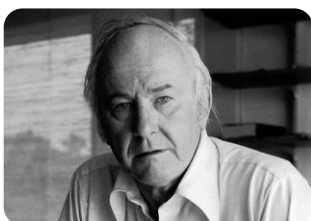
-Mario Molina- e -Sherwood Rowland-



Fonte – Nobel Prize

Mario Molina e Sherwood Rowland foram dois cientistas que se destacaram por suas contribuições na pesquisa sobre a destruição da camada de ozônio, na década de 70. Em 1995, receberam o Prêmio Nobel de Química pelos seus estudos que indicaram que os clorofluorcarbonetos (CFCs), gases presentes em refrigeradores, aparelhos de ar condicionado e outras aplicações, ao serem liberados na atmosfera, acabavam alcançando a camada de ozônio e causando sua destruição. Suas descobertas foram fundamentais para a conscientização global e para a implementação do Protocolo de Montreal, um acordo internacional para reduzir a produção e o uso de substâncias que provocam a redução do gás ozônio na atmosfera terrestre.

Fonte – Alfred E.



Vance Packard e a Obsolescência Programada

Em 1960, Packard escreveu o livro “A Estratégia do Desperdício”, onde aborda e critica a questão da obsolescência programada, que se refere à prática da indústria de projetar produtos de consumo com uma vida útil limitada, com o objetivo de incentivar os consumidores a substituí-los mais frequentemente. Essa estratégia é empregada deliberadamente por empresas para aumentar as vendas e os lucros, criando uma cultura de consumo excessivo e a geração de resíduos.

Saiba mais sobre
Obsolescência
Programada acessando o
Código QR ou link abaixo



https://youtu.be/U6KUp_n9GV4?si=HNu4eVdx-KzBf3hm

Em síntese, personalidades do meio científico e grupos de ativistas buscavam chamar a atenção para os riscos a que os cidadãos estavam expostos em relação ao desenvolvimento de certas tecnologias, como a energia nuclear, os mísseis balísticos, os CFCs, os agrotóxicos e as primeiras discussões sobre o im-~~pa~~cto de pesquisas genéticas, entre outros. Santos (2011, p.23) lembra que “o movimento CTSA surgiu num contexto de críticas ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental [...], como também em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade”.

Temos, então, que é nesse contexto que emerge o movimento CTSA, buscando uma abordagem mais ampla, crítica e reflexiva acerca das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, principalmente no que se refere aos impactos e consequências. Portanto, CTSA busca instrumentalizar os cidadãos para que melhor compreendam como os conhecimentos científicos e as tecnologias impactam a sociedade e o ambiente, e como a sociedade influencia a produção da ciência e da tecnologia.

Chrispino (2017, p. 22) lembra que o campo CTSA chama atenção para que os especialistas em Ciência e Tecnologia entendam que “a interlocução com os cidadãos é indispensável e necessária, permitindo que se acolha maior participação social nos processos de decisão social envolvendo temas e aspectos que povoam o universo da Ciência e da Tecnologia”. Também, o autor recorda que esse campo busca questionar as concepções e visões tradicionais de CT, mas que, ao fazê-lo, **o campo CTSA não visa negar o conhecimento científico, mas sim desvelar sua natureza.**

“A missão central do campo CTSA tem sido a de expressar a interpretação da ciência e da tecnologia como um processo social”.

------(Chrispino, 2017, p. 17) -----

Para além, é pertinente realçar a existência de dois termos que se referem ao mesmo movimento: CTS e CTSA, comumente encontrados nos estudos sobre a temática. Conforme sinaliza Pinheiro et al (2022), CTSA (com o acréscimo da letra A) objetiva enfatizar a questão ambiental. Todavia, Siqueira e colaboradores (2021, p. 17) esclarecem que “nem sempre é possível diferenciar os movimentos em relação aos estudos em si, uma vez que a questão ambiental é foco dos dois movimentos, inclusive considerada como ponto de partida para a criação destes”. Consideramos, portanto, o ambiente como inerente à sociedade, um elemento indissociável.

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

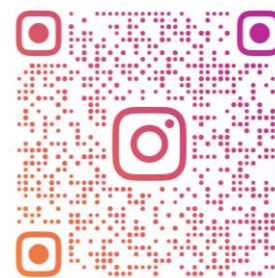
Texto 1: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabalho. Iberciência, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 01). Disponível em https://drive.google.com/file/d/1U0gbdD5N0135K0CAN9CeicKCl_3oxDgy/view?usp=drive_link

Texto 2: SIQUEIRA, G.; C.; de; et al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1vIjZic2Cg9xzc104276zzZl9C7cQjSGk/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 1** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do referido módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo.

https://www.instagram.com/reel/C3kjr2iOpOr/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e de ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 1. Essa atividade de escrita pode ajudá-lo na reflexão e na fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.



ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 1

O que eu aprendi sobre:

- › O contexto de surgimento do movimento CTSA
- › As finalidades do campo CTSA
- › A relação do “A” (da sigla CTSA) com o surgimento desse movimento

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 1

- BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.
- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/147/109>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CERREZO, J.A.; LUJÁN, J.A. **Ciencia, Tecnología y Sociedad** – Una introducción al estudio social de La ciencia y La tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.
- PEREIRA, E. M. Rachel Carson, ciência e coragem”. **Ciência Hoje**, v. 50, p. 72-73, 2012. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/rachel-carson-ciencia-e-coragem>. Acesso: 06/01/2024.
- PINHEIRO, A, F.; MATTOS, R, F.; SILVEIRA, G, A.; LEITE, M, Q, S. Educação CTSA e aprendizagem baseada em problemas: possibilidade metodológica para o curso de bacharelado em ciência e tecnologias de alimentos. **Revista Ifes Ciência**, v. 8, n. 1, p. 1-25, 2022. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/1648>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Unb, 2011.
- SIQUEIRA, G.; C.; de; et al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/view/14128>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MÓDULO 2 A CIÊNCIA

Objetivos

- › Entender a Ciência como um processo de produção social, desnudando a ideia de Ciência herdada, neutra, positiva, individual e fechada nos laboratórios.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do Texto de apoio do Módulo 2
- › Estudo do conteúdo complementar do Módulo 2
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 2
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu no Módulo 2

*“Nos Estados Unidos do pós-guerra, a ciência era Deus, e a ciência era masculina”.
(Rachel Carson, 2010, p.12)*

TEXTO DE APOIO DO MÓDULO 2

A CIÊNCIA

Uma das características inerentes ao ser humano é a busca pela compreensão da realidade, e isso pode ocorrer de múltiplas formas, valendo-se do pensamento mítico, religioso e científico, a fim de explicar os fenômenos que se manifestam em seu dia a dia. Portanto, a ciência se apresenta como uma dessas diferentes formas de explicação, ou seja, aquilo que Omnès (1996) define como uma representação da realidade.

A partir de Bourdieu (1983), é possível depreender que as representações funcionam como lentes sem as quais somos incapazes de observar a realidade. Todavia, essas lentes nos distorcem o real, apesar do discurso permeado de interesses, de que a ciência é neutra. Por certo, a verdade objetiva da ciência é contestável, visto que Bourdieu (1983) sinaliza que tal verdade depende das condições sociais de sua produção, aqui entendidas como as disputas ocorridas no campo científico, campo este caracterizado como um espaço de lutas, com relações de força e monopólio como qualquer outro campo.

A CONCEPÇÃO HERDADA DE CIÊNCIA

Trata-se de uma visão tradicional e ingênua sobre a ciência. Bazzo *et al* (2003) trazem que, nesta concepção, a Ciência é vista como um empreendimento autônomo, objetivo, **neutro** e baseado na aplicação de um código de racionalidade – o método científico -, **distante de qualquer tipo de interferência** (sociais, políticos, psicológicos, ideológicos). Assim, essa concepção de ciência tende a enfatizar a busca pela verdade objetiva, a neutralidade e a imparcialidade dos cientistas, bem como a aplicação do método científico de forma linear e universal.

Nessa visão, a ciência é vista como um processo objetivo de descoberta e acumulação de conhecimento, em que as teorias e leis científicas são vistas como representações precisas e definitivas da realidade. Essa concepção se baseia na ideia de que a ciência é um empreendimento puramente racional, baseado em evidências empíricas e livre de influências subjetivas, emocionais ou sociais, retratando-a como uma atividade isolada dos demais aspectos da sociedade.

No entanto, é importante notar que essa concepção herdada da ciência é uma visão simplista e idealizada, pois a prática científica é complexa e influenciada por fatores sociais, culturais, políticos e econômicos. A ciência, enquanto empreendimento humano, está sujeita a vieses, pressões institucionais, interesses pessoais e paradigmas dominantes.

Há tempos, essa concepção de ciência tem sido alvo de críticas e questionamentos por parte de estudiosos da filosofia e sociologia da ciência, os quais destacam a importância de considerar o contexto social e histórico, a construção social do conhecimento científico e a influência de valores, interesses e poder nas práticas científicas.

Por isso, é importante reconhecer que a concepção herdada da ciência pode não capturar completamente a complexidade e a natureza social da atividade científica. Uma visão mais realista da ciência enfatiza sua natureza provisória e socialmente construída, reconhecendo a importância da reflexão crítica sobre as práticas científicas e seus impactos na sociedade.

A CIÊNCIA ENQUANTO PRÁTICA SOCIAL

Em “A estrutura das revoluções científicas” - livro com importantes considerações acerca do desenvolvimento científico -, Thomas Kuhn (1962) afirma que os grupos científicos têm uma existência dupla: uma dimensão social e uma dimensão cognitiva. A primeira refere-se às interações sociais que ocorrem dentro da comunidade científica, como a formação de grupos de pesquisa, a publicação de artigos, a participação em conferências e disputas por recursos e reconhecimento. Já a segunda diz respeito ao conhecimento, às teorias e aos métodos científicos desenvolvidos pelos membros da comunidade. Com efeito, essa dupla existência dos grupos científicos enfatiza a importância tanto dos aspectos sociais quanto dos cognitivos na prática científica, destacando como as interações sociais e o desenvolvimento do conhecimento estão intrinsecamente ligados na evolução da ciência.

Entendemos, a partir de Kuhn (1962), que a prática científica envolve aspectos como a interação entre cientistas em comunidades científicas, a atuação em instituições de pesquisa, a disputa por financiamento, a influência de políticas científicas e as colaborações internacionais. Certamente, tais elementos sociais desempenham um papel fundamental na determinação dos temas de pesquisa, nas metodologias adotadas, nas prioridades de investimento e na disseminação dos resultados científicos.

Os cientistas trabalham em contextos sociais específicos, e suas crenças, valores, preconceitos e interesses pessoais podem influenciar suas escolhas e interpretações. Além disso, os governos, as agências de financiamento e as instituições de pesquisa desempenham um papel importante na direção da pesquisa, ao definir prioridades e alocação de recursos. As pressões políticas, econômicas e sociais podem influenciar a seleção de tópicos de pesquisa, bem como a interpretação e divulgação dos resultados. Por isso, a ideia de neutralidade da ciência não se sustenta.

ALGUMAS CRENÇAS SOBRE A CIÊNCIA

No quadro abaixo, procuramos sintetizar, a partir de Chrispino (2017, *apud* Ziman, 1980), crenças que circundam a ciência e que o Campo CTSA objetiva desconstruir e ressignificar.

Cientificismo	Ideia de que qualquer atividade científica é valiosa, sem, contudo, analisar tais atividades e suas consequências.
Anticientificismo	Ideia oposta ao cientificismo, considerando como deletérias as atividades científicas e atribuindo-as todos os males sociais.
Método Científico	Ideia de que o método científico valida automaticamente todo conhecimento científico produzido, fazendo com que haja pouca discussão em sala de aula sobre a natureza da Ciência, seus limites e aplicações.
Positivismo	Mito atrelado ao cientificismo, no qual a ciência é vista como única forma de obter a verdade, podendo, em seu extremo, negar qualquer outra fonte de conhecimento que não científico
Ciência pura	Crença baseada na ideia de que os cientistas devem alcançar a ciência pura através da busca desinteressada pela verdade, sendo financiados pela sociedade, a qual irá receber em troca os benefícios que advirem da procura da verdade
Otimismo tecnológico	A crença de que qualquer coisa que seja tecnicamente possível será um dia desenvolvida
Visão instrumental da ciência	Ideia de que basta realizar pesquisas o suficiente sobre determinado tema para que qualquer objetivo seja atingido
Tecnocracia	Baseia-se no mito de que apenas cientistas ou especialistas podem dar conselhos confiáveis sobre quaisquer assuntos
Neutralidade moral da ciência	A crença de que a ciência é boa por natureza e que, por isso, na busca pela verdade não existiria a necessidade de se questionar se as ações feitas seriam éticas e humanas.

Fonte: adaptado de Chrispino (2017) e Ziman (1980)

A partir do quadro anterior, verifica-se várias semelhanças com a concepção herdada de ciência, caracterizada como uma visão tradicional e amplamente aceita da ciência que foi transmitida ao longo do tempo. Essa concepção geralmente enfatiza aspectos como objetividade, neutralidade, universalidade e a ideia de que a ciência é um empreendimento neutro, imparcial e livre de influências subjetivas.

Além disso, nessa concepção de ciência, acredita-se que o método científico é a única abordagem válida para obter conhecimento confiável sobre o mundo natural. Busca-se, também, por verdades universais e leis gerais que governam os fenômenos naturais, acreditando que a ciência progressivamente se aproxima da verdade absoluta por meio de um processo linear de acumulação de conhecimento.

Santos (2018) tece críticas ao modelo de ciência dominante (racionalidade científica). O autor argumenta que esse modelo não tolera o senso comum nem os estudos humanísticos, como estudos históricos, filosóficos e teológicos. Além disso, a racionalidade científica é descrita como totalitária, pois recusa atribuir caráter racional a todas as formas de conhecimento que não estejam em conformidade com seus princípios e regras metodológicas. Logo, entende e aceita apenas um tipo de conhecimento como verdadeiro, o que segue as suas normas.

Além disso, Santos (2018) sinaliza que esse modelo hegemônico está em crise e precisa ser superado por um novo paradigma, que ele chama de paradigma emergente. Este reconhece a diversidade e a pluralidade dos saberes, que não despreza o senso comum, a experiência, a imaginação e a utopia, respeita as diferenças culturais e busca uma emancipação social e ecológica.

Quem também contribui aqui é o mestre Chassot, ao considerar que

“Toda a construção da ciência moderna, representada por idealizadores famosos como Francis Bacon, René Descartes, Antoine Lavoisier, Charles Darwin e Galileu Galilei, gerou um espetacular avanço na construção de conhecimentos. Inegável e impressionante foi o êxito dessa Ciência na explicação e predição de fenômenos naturais, na cura e prevenção de doenças, na revolução dos transportes e na agricultura. Tal sucesso motivou uma crença, talvez cega ou um tanto míope, no poder da ciência. Poder esse que se materializava cada vez mais rapidamente pela construção de artefatos tecnológicos, capazes de gerar riqueza e bem-estar social”.

----- (Chassot, 2018, p. 12) -----

Todavia, Chassot (2018, p. 13) esclarece que a crença no desenvolvimento linear de Ciência, Tecnologia, Riqueza e Bem-estar social foi sendo percebida como um “outro vidro que pensávamos ser diamante”.

Em síntese, esclarecemos que a ideia de que a ciência progressivamente se aproxima da verdade absoluta por meio de um processo linear de acumulação de conhecimento não é totalmente verdadeira. Kuhn (1962) afirma que **a ciência não progride de maneira linear e contínua**, mas sim por meio de mudanças paradigmáticas que ele chama de "revoluções científicas". Ou seja, ocorrem mudanças nas concepções básicas, de forma que aquilo que era tido como verdade em determinado período da história deixa de ser em outro.

Além disso, é importante reconhecer que a ciência não existe em um vácuo, mas está enraizada em contextos sociais e é moldada por eles. Logo, **quando se fala que a ciência é uma prática social, quer dizer que ela é uma prática humana, feita por pessoas**. Por conta disso, “está impregnada de sentimentos e erros humanos”, (Chrispino, 2017, p. 40). O mesmo autor, citando estudos acerca da natureza da ciência, nos lembra que tais estudos vêm demonstrando que



“o conhecimento científico é socialmente construído, que a comunidade científica trabalha a partir de crenças e interesses, que os cientistas e grupos possuem valores prévios que, em alguma medida, interferem nas decisões que tomam.”

----- (Chrispino, 2017, p. 28) -----

Tem-se, portanto, que é muito difícil falar em ciência neutra quando esta é vista como uma atividade puramente social e humana, estando, assim, sujeita a interesses pessoais e também a pressões dos governos e das agências de financiamento.

Por fim, resgatamos Chassot (2018, p. 83), que defende a visão de Ciência como "uma linguagem para facilitar nossa leitura do mundo". Isso permite considerar que essa linguagem é um empreendimento humano, portanto, mutável e falível. Em outras palavras, o conhecimento científico não pode ser entendido como algo pronto e certezas absolutas.

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

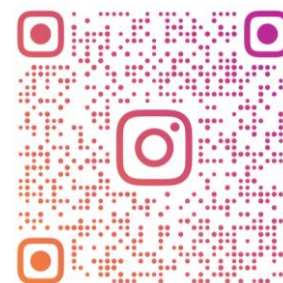
Texto 1: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 02). Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1qBxwWvNiVCbnJblfX5HPjy9aznePY-6/view?usp=drive_link

Texto 2: BERTOTTI, M. Resenha crítica da obra: “um discurso sobre as ciências”, de Boaventura de Sousa Santos. **Revista Direito em Debate**, v. 23, n. 41, p. 280–292, 2014. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1YMofT77CndpmC_G7cWghLRBbaTmPyDSB/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 2** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do respectivo módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo.

https://www.instagram.com/reel/C3kifYDOqxZ/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e de ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 2. Essa atividade de escrita pode ajudá-lo na reflexão e na fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 2

O que eu aprendi sobre:

- › A concepção tradicional/herdada de ciência
- › A ciência enquanto prática social
- › A suposta neutralidade da ciência

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 2

- BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.
- BOURDIEU, P. O campo científico. In: ORTIZ, Renato (org.). **Bourdieu – Sociologia**: coleção grandes cientistas sociais, vol. 39. São Paulo: Ática, 1983a. p. 122-155.
- CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 8. ed. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2018.
- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. Iberciência, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/147/109>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções científicas**. 11ª Edição, São Paulo: Editora Perspectiva, 2011.
- OMNÈS, R. **Filosofia da ciência contemporânea**. São Paulo: Editora da UNESP, 1996.

MÓDULO 3 A TECNOLOGIA

Objetivos

- › Entender a Tecnologia como um processo de produção social, e desconstruir algumas concepções e mitos sobre Tecnologia.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do Texto de apoio do Módulo 3
- › Estudo do conteúdo complementar do módulo 3
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 3
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu ao estudar o Módulo 3

*Carson temia que “a tecnologia estivesse avançando em uma trajetória mais rápida do que o senso de responsabilidade moral da humanidade”.
(Rachel Carson, 2010, p.15)*

**TEXTO DE APOIO DO
MÓDULO 3**

A TECNOLOGIA

A definição de tecnologia não é algo simples, considerando que o termo "tecnologia" abrange uma gama ampla e variada de conceitos, processos e objetos. Todavia, acreditamos que, mais importante do que tentar chegar a uma definição correta de tecnologia, é compreendê-la em perspectiva ampla e crítica.

Bazzo *et al* (2003) escrevem que uma concepção ainda muito aceita sobre a relação ciência-tecnologia, subjacente ao modelo linear de desenvolvimento, é a que trata a tecnologia como ciência aplicada, sendo, portanto, a tecnologia redutível à ciência. Para os autores, fazer essa afirmativa é considerar que: *uma tecnologia é principalmente um conjunto de regras tecnológicas; as regras tecnológicas são consequências dedutíveis das leis científicas; e o desenvolvimento tecnológico depende da investigação científica*. Assim, nessa perspectiva, respaldada no Positivismo Lógico, a tecnologia era analisada como conhecimento prático que derivava diretamente da ciência, Bazzo *et al* (2003).

Para os positivistas, Bazzo *et al* trazem que ↴

“As teorias científicas eram sobretudo conjuntos de enunciados que tratariam de explicar o mundo natural de um modo objetivo, racional e livre de qualquer valor externo à própria ciência. O conhecimento científico, para quem segue essa lógica filosófica, é visto como um processo progressivo e acumulativo, articulado através de teorias cada vez mais amplas e precisas que iam subsumindo e substituindo a ciência do passado”.

----- (Bazzo *et al*, 2003, p. 39) -----

Os mesmos autores apontam que, nessa lógica positivista, não se pode dizer que existe tecnologia sem uma teoria científica que a respalde. Todavia, poderiam existir teorias científicas sem contar com tecnologias. Os autores esclarecem que essa forma de ver a tecnologia é o que a literatura chama de Imagem Intelectualista da Tecnologia, e que, a partir dessa imagem intelectualista, é possível inferir ↴

“Que as teorias científicas são valorativamente neutras, ninguém pode exigir responsabilidades dos cientistas a respeito de suas aplicações, quando são postas em prática. Em todo caso, se tivesse que existir algum tipo de responsabilidade, esta deveria recair sobre aqueles que fazem uso da ciência aplicada, isto é, da tecnologia. As tecnologias, como formas de conhecimento científico, são valorativamente neutras”.

----- (Bazzo *et al*, 2003, p. 39) -----

Cachapuz *et al* (2005, p. 41) afirmam que é relativamente fácil questionar a visão que trata a tecnologia como ciência aplicada, bastando refletir sobre o “desenvolvimento histórico de ambas para perceber que a atividade técnica precedeu em milênios a ciência”. De igual modo, Bazo *et al* (2003) trazem que a ideia de tecnologia como ciência aplicada tem sido atacada pelos estudiosos da área, e os argumentos são os seguintes: *a tecnologia modifica os conceitos científicos; a tecnologia utiliza dados problemáticos diferentes dos da ciência; a especificidade do conhecimento tecnológico; e a dependência da tecnologia das habilidades técnicas.*

Além disso, os autores esclarecem que os argumentos acima não negam a existência de relações entre a ciência e a tecnologia, mas negam que essa relação seja exclusivamente aquela que trata a tecnologia como ciência aplicada. Bazzo *et al* (2003) lembram ainda que a ideia de tecnologia como ciência aplicada tem contribuído para que se dê pouca importância à análise da tecnologia, visto que, ao trata-la unicamente como ciência aplicada, desprende-se que é suficiente a análise da ciência, já que, entendendo a ciência, a tecnologia também será entendida.

ALGUMAS CONCEPÇÕES SOBRE A TECNOLOGIA

Intelectualista	Compreende a tecnologia como um conhecimento prático derivado diretamente do desenvolvimento científico através de processos progressivos e acumulativos
Utilitarista	Considera a tecnologia como sendo sinônimo de técnica. Ou seja, o processo envolvido em sua elaboração não tem relação com a tecnologia, apenas a sua finalidade e utilização.
Tecnologia como sinônimo de ciência	Encara a tecnologia como sendo Ciência, com as mesmas lógicas e mesmas formas de produção.
Instrumentalista	Considera a tecnologia como sendo simples ferramentas, artefatos ou produtos, geralmente sofisticados
Neutralidade tecnológica	Ideia que a tecnologia não é boa nem má. Seu uso é que pode ser inadequado, não o artefato em si. Mas e a Bomba Atômica?
Determinismo tecnológico	Considera a tecnologia como sendo autônoma, auto evolutiva, e principal fonte promotora de mudanças sociais
Universalidade da tecnologia	Entende a tecnologia como sendo algo universal; um mesmo produto, serviço ou artefato poderia surgir em qualquer local e, conseqüentemente, ser útil em qualquer contexto.
Pessimismo tecnológico	Considera a tecnologia como algo nocivo e pernicioso para a sustentabilidade do planeta, responsável pela degradação do meio e pelo alargamento das desigualdades sociais.
Otimismo tecnológico	Compreende a tecnologia como portadora de mecanismos capazes sanar problemas ambientais, sociais e materiais.

Fonte: adaptado de Chrispino (2017, apud de Veraszto 2009)

Indo além, é pertinente aprofundar as discussões sobre alguns mitos relacionados à ciência e à tecnologia, como problematizado por Oliveira (2023) em referência aos estudos de Auler (2007). Acerca desses mitos, Oliveira esclarece

*“O **determinismo tecnológico** é definido pela capacidade da tecnologia em controlar a sociedade e produzir mudanças sociais, sendo um poder independente. A **perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia** legitima a ideia de que ambas levam necessariamente ao progresso da sociedade e de que o bem-estar dela está condicionado à criação de mais ciência e tecnologia. O endosso ao **modelo de decisões tecnocráticas** se dá pela visão de que ciência e tecnologia são neutras e capazes de construir soluções relevantes para os problemas da sociedade. Assim, os diversos setores sociais devem ser controlados para que o processo tenha estabilidade e condições de funcionamento proporcionando, finalmente, o bem-estar da humanidade”*
----- (Oliveira, 2023, p. 7) -----

É possível inferir que, de acordo com o **determinismo tecnológico**, a tecnologia é o principal motor de transformação social, sendo autônoma e não influenciada pela sociedade. Porém, é preciso esclarecer que a tecnologia é resultado de escolhas humanas, que podem ser questionadas, modificadas ou rejeitadas. Os seres humanos têm livre-arbítrio e responsabilidade sobre suas ações e criações, e não são meras vítimas da tecnologia que eles próprios criam.

Sobre a **perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia**, visualiza-se a ideia de que mais ciência e mais tecnologia são condições obrigatórias para resolver os problemas sociais, e de que o bem-estar social está condicionado à criação de mais ciência e tecnologia. Chassot nos lembra que esta perspectiva está em sintonia com o modelo linear de desenvolvimento, o qual já se mostrou ser “vidro” em vez de “diamante”

“A ciência e a tecnologia são desenvolvidas por poucos, mas a riqueza e o bem-estar cabem a um número ainda menor. Por razões sabidas os benefícios das criações humanas, decorrentes da ciência e da tecnologia, ainda se concentram nas mãos de poucos”.
----- Chassot, 2018, p. 13 -----

No que se refere ao **modelo de decisões tecnocráticas**, depreende-se que ele está alicerçado na ideia de que o técnico/especialista é quem melhor decide, em função de seu conhecimento. Assim, elimina os cidadãos da tomada de decisões no que se refere ao desenvolvimento e à aplicação da ciência e da tecnologia. Todavia, é importante lembrar que a sociedade é afetada o tempo todo pelas decisões tomadas pelos especialistas, então não seria prudente considerar e valorizar a participação dos cidadãos nessas decisões?

TECNOLOGIAS QUE IMPACTARAM A SOCIEDADE

Chrispino (2017) afirma que a sociedade moderna está bastante ligada à tecnologia, a qual influencia de forma decisiva as pessoas, as famílias e a sociedade como um todo. Este autor, citando Dyson (2001), apresenta quatro tecnologias que impactaram a sociedade, abrindo uma discussão sobre benefícios e malefícios dos sistemas e aparatos tecnológicos.

A tecnologia da impressão: permitiu que mais pessoas tivesse acesso ao conhecimento acumulado, algo que antes era restrito aqueles que tinham acesso à educação ofertada nos mosteiros.

As tecnologias de saúde pública: (abastecimento de água limpa, de tratamento de esgotos, de vacinação e de antibióticos) que não poderiam ficar restritas aos ricos visto que a contaminação do pobre por determinadas doenças põe em risco a chamada classe rica.

A tecnologia da mobilidade ascendente: surgida com a bicicleta motorizada e que foi se aperfeiçoando até os meios de transporte de massa ou os automóveis como os conhecemos hoje.

As chamadas tecnologias negativas são as da câmara de gás e de armas nucleares, por exemplo.

Fonte: adaptado de Chrispino (2017, *apud* de Dyson 2001)

Bazzo *et al* (2003) trazem importante discussão ao afirmar que as décadas de sessenta e setenta são de grande relevância quando se trata de entender temas relacionados com a regulação pública da tecnologia. Isso porque as décadas supracitadas acumularam diversas catástrofes relacionadas com a tecnologia (ver, por exemplo, a Cronologia de Fracassos, módulo 1), o que levou ao surgimento de movimentos ativistas que tinham a tecnologia como alvo de suas críticas, fazendo emergir na sociedade a suspeição acerca da inovação tecnológica.

Com efeito, o autor diz ser também nesse período que começa a se pensar em uma política mais intervencionista, onde o poder público desenvolve e aplica instrumentos objetivando o processamento do desenvolvimento científico e tecnológico, bem como a supervisão de seus efeitos sobre o meio ambiente e a sociedade.

Bazzo *et al* (2003) lembram que uma das mais importantes iniciativas desenvolvidas se refere aos instrumentos e mecanismos de avaliação de tecnologias. Consideram, também, que uma das atitudes mais importantes é a análise de impactos indiretos, algo que pode ser feito com qualquer tecnologia. Os autores trazem um exemplo desse tipo de análise, utilizando como estudo de caso a televisão.

IMPACTOS	
Primeira ordem	Nova fonte de entretenimento e diversão nos lares
Segunda ordem	Mais tempo em casa, deixa-se de ir a cafês e bares onde se viam os amigos
Terceira ordem	Os residentes de uma comunidade já não se encontram com tanta frequência e deixa-se de depender dos demais para o tempo de lazer.
Quarta ordem	Os membros de uma comunidade começam a ser estranhos entre si; aparecem dificuldades para tratar os problemas comuns; as pessoas começam a sentir maior solidão.
Quinta ordem	Isolados dos vizinhos, os membros das famílias começam a depender mais uns dos outros para a satisfação de suas necessidades psicológicas.
Sexta ordem	As fortes demandas psicológicas dos companheiros geram frustrações quando não se cumprem as expectativas; a separação e o divórcio crescem.

Fonte: adaptado de Bazzo *et al* (2003, *apud* de Coates 1971)

Já Chrispino (2017, p. 52), em referência a Manzano (1997), oferece uma classificação para as posições da sociedade em relação à tecnologia:

Posição tecnófoba: manifestação negativa acerca do desenvolvimento científico e tecnológico, atribuindo-lhe a responsabilidade pela desumanização do trabalho, desemprego, o desastre ecológico e a crise geral dos valores da sociedade moderna.

Posição tecnófila: confiança na bondade intrínseca da Ciência, que tem potencial esclarecedor. A tecnologia é vista como capaz resolver todos os problemas da humanidade, exaltando os benefícios do progresso com os avanços da medicina, agricultura e indústria, podendo ser estendidos a toda a população. Já as consequências negativas podem ser facilmente corrigidas.

Posição intermediária: vê a tecnologia como promotora de efeitos positivos e negativos, e que se deve procurar aumentar os primeiros em detrimento dos outros. Esses aspectos dependem de como se utiliza e promove o uso de valores de âmbito ético e político, como, por exemplo, o movimento ecologista.

Fonte: adaptado de Chrispino (2017, *apud* de Manzano 1997)

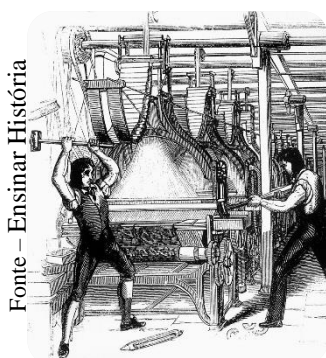
Em síntese, até aqui vimos que a Tecnologia não pode ser reduzida à ciência aplicada, uma vez que a atividade técnica precedeu em milênios a ciência e que, embora em certos momentos da história ciência e tecnologia tenham seguido caminhos distintos, Chrispino (2017) afirma que, hoje em dia, esses campos do conhecimento estão estreitamente interligados, apoiando-se mutuamente. Ou seja, a ciência vem alimentando

a tecnologia com conhecimentos indispensáveis ao surgimento e aperfeiçoamento de aparatos tecnológicos, e, da mesma forma, a tecnologia tem contribuído para o desenvolvimento científico.

Assim como a ciência, a tecnologia também é uma prática social, não estando apartada das intencionalidades, crenças e interesses dos grupos que a produzem. Com efeito, o discurso da neutralidade tecnológica é largamente questionado pelo campo CTSA, justamente por ser uma atividade humana.

Além disso, é importante que visões extremistas, como o “otimismo tecnológico” e o “pessimismo tecnológico”, sejam substituídas por uma visão mais intermediária, pois bem sabemos que a tecnologia promove tanto efeitos positivos quanto negativos, e que os desenvolvedores de tecnologias devem ter a preocupação de aumentar os benéficos em detrimento daqueles que podem impactar negativamente a sociedade.

Finalizamos este módulo resgatando, para fins de reflexão, o que trazem Bazzo *et al* (2003, p. 70, apud de Sale, 1996) quando se referem ao *movimento ludista*.



Para saber mais sobre o ludismo, assista ao vídeo acessando o Código QR ou link abaixo:

<https://youtu.be/6GA2ZtdUDCg?si=EnVFeKFNFPYYP0U7>



“Os luditas nos ensinaram que as máquinas não são neutras: são construídas, na maioria dos casos, valorizando somente fatores de caráter econômico que correspondem aos interesses de uns poucos, enquanto costumam ser marginalizados, por serem considerados irrelevantes, os aspectos sociais, culturais e do meio ambiente. Portanto, a tecnologia não é neutra, como sustentam muitos tecnófilos. De fato, não podemos ver as tecnologias como um conjunto de ferramentas ou dispositivos que podem ser utilizados para o bem ou para o mal. Muito pelo contrário, as tecnologias expressam valores e ideologias das sociedades e dos grupos que as geram. Assim, uma cultura triunfalista e violenta é a base para produzir ferramentas triunfalistas e violentas. Por exemplo, quando o industrialismo americano transformou a agricultura depois da Segunda Guerra Mundial, o fez com tudo aquilo que havia aprendido no campo de batalha: utilizando tratores projetados tomando como base os tanques de guerra; pulverizadores aéreos utilizando os aviões de guerra; pesticidas e herbicidas desenvolvidos a partir das bombas químicas”.

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

Texto 1: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. Iberciência, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 03). Disponível em: https://drive.google.com/file/d/10gKzMutjOassMJVC1t_nSU2gwLe8UKGc/view?usp=drive_link

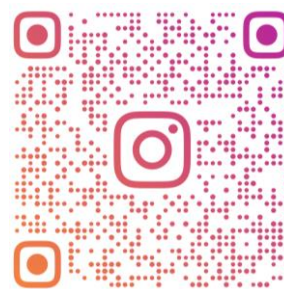
Texto 2: BANDEIRA, A. E. O conceito de tecnologia sob o olhar do filósofo Álvaro Vieira Pinto. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 15, n. 1, 2011. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1bsWIWKWrLivXVbMPb39Bp_DkCtOfOYmS/view?usp=drive_link

Texto 3: PIRES, R, F, L. Os quatros significados de tecnologia em Álvaro Vieira Pinto. **Iniciação e formação docente**. v. 8. n. 3. 2021. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1LZ9UQIaLv->

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 3** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do respectivo módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo.

https://www.instagram.com/reel/C3kiH36um7f/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 3. Essa atividade de escrita pode ajudá-lo na reflexão e na fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 3

O que eu aprendi sobre:

- › Os mitos do Determinismo Tecnológico, da Perspectiva Salvacionista da Ciência e Tecnologia, e do Modelo de Decisões Tecnocráticos
- › A tecnologia enquanto prática social
- › A suposta neutralidade da tecnologia

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 3

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez. 2005.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2018.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/147/109>. Acesso em: 15 dez. 2023.

MÓDULO 4

AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE

Objetivo

- › Visualizar relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, bem como perceber a importância da participação social nas decisões sobre temas tecnocientíficos.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do Texto de apoio do Módulo 4
- › Estudo do conteúdo complementar do Módulo 4
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 4
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu ao estudar o Módulo 4

*“O que a ciência concebeu e a tecnologia tornou possível devia ser primeiro avaliado quanto a segurança e ao benefício de toda a **corrente da vida**”.*
(Rachel Carson, 2010, p.15)

**TEXTO DE APOIO DO
MÓDULO 4****AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E
AMBIENTE**

Que a ciência e a tecnologia são empreendimentos surpreendentes é um fato inquestionável. É inquestionável também que a sociedade (e o ambiente) são constantemente afetados por elas, pois, ao serem desenvolvidas, retornam à sociedade impactando-a das mais variadas formas, seja positivamente ou negativamente.

Iniciamos a tessitura deste módulo acerca das relações CTSA, resgatando, a partir de Chrispino (2017, p. 67), a seguinte indagação: “O conhecimento – que diz ser possível construir uma ponte de uma margem a outra de um rio – é capaz de dizer se devemos ou não construir a ponte ou seria essa uma decisão **com participação social**?”. Com este questionamento, o autor busca discutir se as decisões de cunho político/ético devem ser determinadas pela ciência, ou seja, por aqueles que operam os conhecimentos científicos e tecnológicos (cientistas ou especialistas).

No mesmo sentido, Fourez (1995, p. 224) apresenta uma classificação feita pelo filósofo Jürgen Habermas acerca de alguns **modelos de interação** entre ciência e sociedade:

- › **Tecnocráticos:** Os cientistas e especialistas determinam as políticas
- › **Decisionistas:** Os usuários determinam os fins, enquanto os meios são determinados pelos técnicos/especialistas
- › **Pragmático-político:** É caracterizado por interações/negociações entre especialistas e não-especialistas

Objetivando esclarecer tais modelos, Fourez traz exemplos de interações entre o mecânico e o dono do carro. No modelo **tecnocrático**, acredita-se que o mecânico sabe o que é melhor para o dono do carro, uma vez que ele detém o conhecimento técnico de sua área. Temos, portanto, que neste modelo as *decisões são tomadas pelo especialista*.

Já no modelo **decisionista** de interação, a situação difere um pouco, considerando que nele o especialista procura saber do cliente quais são suas intenções e objetivos ao procura-lo. Logo, no exemplo do mecânico e o dono do carro, este último pode estar

buscando que seu veículo tenha um menor consumo de combustível. Assim, de posse dessa informação, o especialista se encarregará de encontrar o meio mais viável para alcançar aquilo que seu cliente busca. Temos, portanto, que em uma sociedade decisionista compete às *instituições políticas determinar os objetivos almejados por essa sociedade*, cabendo aos especialistas, em seguida, encontrar os meios apropriados (Fourez, 1995).

Quanto ao modelo **pragmático-político**, caracteriza-se pela ênfase na discussão e negociação (por isso é político) entre o especialista e seu cliente. Diferentemente do modelo decisionista, aqui a discussão é permanente. Logo, no exemplo do mecânico e seu cliente, Fourez (1995) dirá que *há um intercâmbio contínuo de informações* entre ambos, de forma que ao final o cliente tenha um carro que satisfaça suas necessidades.

Chrispino (2017, p. 68) depreende dos modelos de interação elencados acima que eles “fortalecem a posição da Ciência como detentora do conhecimento que melhor observa, que melhor organiza, que melhor decide, que melhor realiza e que melhor avalia”.

No que se refere a tecnologia, o mesmo autor dirá que “o cidadão se sente bastante familiarizado com os aparatos tecnológicos. Afinal, sua vida cotidiana está repleta destes aparatos que deixam de ser suporte para serem indispensáveis” (Chrispino, 2017, p. 69). Com efeito, depreende-se que essa dependência de tecnologias pelo homem/sociedade incorre em riscos diversos. Chrispino exemplifica com dois casos envolvendo Hegel e Mary Shelley:



- › *Na dialética Hegel, podemos lembrar das reflexões envolvendo o amo e o servo. O amo ordenava ao servo que realizasse todos os serviços e, com o tempo, o amo deixava de saber como fazer, enquanto que o servo dominava todas as rotinas do como fazer. Ao final, quem dominava quem? Quem era dependente de quem?*
- › *Quanto a Mary Shelley, vale a lembrança dos escritos em sua famosa novela Frankstein, em 1818. A chamada síndrome de Frankstein se deve ao medo de que as forças que nos utilizamos para dominar a natureza se voltem contra nós, como faz o “monstro” nos diversos filmes existentes. Ao final, diz o “monstro” a Victor Frankstein: “Tu és meu criador, mas eu sou o teu senhor”.*

----- (Chrispino, 2017, p. 69, *apud* de Bazzo, Linsingen e Pereira, 2003, p. 125) -----

Chrispino (2017, p. 69) nos convida a reflexão ao lembrar que as pessoas vêm se deixando “escravizar” pelas tecnologias, uma vez que estas “tornam suas vidas mais confortáveis, ou tornam suas tarefas cotidianas menos penosas”.

Sobre a ciência e a tecnologia na atualidade, Bazzo *et al* (2003, p. 139) afirmam que estas não têm atuado como agentes niveladores, estando mais a serviço do capital, e, assim, acentuando as desigualdades sociais. “Isso quando essa ciência e essa tecnologia não destroem de um modo mais direto a vida humana ou a natureza. As tecnologias armamentistas continuam sendo tão rentáveis como nos tempos da Guerra Fria”. Os autores lembram ainda que, **na atualidade, a ciência e a tecnologia são muito eficazes, mas se seus objetivos estão sendo socialmente valiosos, parece não ser uma certeza.**

Inferimos da constatação dos autores que deve haver exceções, ou seja, nem toda ciência e nem toda tecnologia deve estar preocupada tão somente com a acumulação de riqueza, mas que certamente as grandes corporações que monopolizam a ciência e a tecnologia têm na obtenção de lucros um de seus principais objetivos.

Ainda, resgatando as contribuições de Bazzo *et al*, os autores dirão que

“A ciência aplicada e a tecnologia atual estão em geral demasiadamente vinculadas ao benefício imediato, a serviço dos ricos e dos governos poderosos, para dizer de uma forma bem clara. Somente uma pequena porção da humanidade pode usufruir de seus serviços e inovações. Podemos nos perguntar de que modo coisas como aviões supersônicos, cibernética, televisão de alta definição, ou fertilização in vitro, vão ajudar a resolver os grandes problemas sociais que a humanidade tem estabelecido: comida fácil de produzir, casas baratas, atendimento médico e educação acessível.

Não se pode esquecer, para completar este sombrio panorama, que campos científico-tecnológicos tão problemáticos como a energia nuclear ou a biotecnologia, denunciados não só por sua aplicação militar, mas também por sua periculosidade social e ambiental, ameaçam não só não resolver os grandes problemas sociais, como também criar mais e novos problemas”.

----- (Bazzo *et al* 2003, p. 139) -----

Alves (1968, p. 20) pode nos ajudar a entender o fragmento textual acima quando diz que “em vez de as necessidades humanas definirem as necessidades de produção – o que seria a norma para uma sociedade verdadeiramente humana – são as necessidades do funcionamento do sistema que irão criar as “falsas necessidades” de consumo”.

No mesmo sentido, Santos (2002), em referência aos estudos de Vargas (1994), chama atenção para a necessidade de que as decisões sobre as aplicações da ciência e

tecnologias passem por um “filtro” social. Por certo, tal proposição seria uma forma de romper com as decisões tecnocráticas que hoje vigoram na sociedade. Sobre isso, vejamos o que assinalam Bazzo e colaboradores

*“As comissões onde se tomam as decisões de política científica ou tecnológica são constituídas somente por cientistas ou homens de negócios. Uns apoiam os campos de moda, cada vez mais distantes do que podemos ver, tocar ou comer; outros, como era de se esperar, apoiam a rentabilidade econômica. Em tempo, mobilizam-se os recursos da divulgação tradicional da ciência em periódicos, museus e escolas, para difundir uma imagem essencialista e benemérita da ciência, uma ciência que somente funcionará otimamente se se mantiver seu financiamento e autonomia frente à sociedade. A questão não consiste, portanto, em entrar nos laboratórios e dizer aos cientistas o que eles têm de fazer, e sim em vê-los e assumi-los tal como são, como seres humanos com razões e interesses, para abrir então para a sociedade as salas e laboratórios onde se discutem e decidem os problemas e prioridades de pesquisa e onde se estabelece a localização de recursos. **O desafio de nosso tempo é abrir esses locais herméticos, essas comissões à compreensão e à participação pública. Abrir, em suma, a ciência à luz pública e à ética**”.*

----- (Bazzo et al 2003, p. 140) -----

De igual modo, Oliveira (2023, p. 2) denuncia que “no campo do poder decisório, a centralização e a escassez de instâncias democráticas efetivas não favorecem a possibilidade de protagonismo e engajamento da população”. Portanto, verifica-se a necessidade de democratizar a ciência e a tecnologia, objetivando a reorientação de seus objetivos e prioridades para as reais necessidades da sociedade, necessidades essas que derivem de um debate público acerca dos temas que envolvam a CT.

A PARTICIPAÇÃO SOCIAL NAS DECISÕES SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Reconhecer que a sociedade enfrenta dificuldades para compreender temas tecnocientíficos e que essa limitação pode dificultar sua participação nas decisões é crucial para desenvolver instrumentos que visem à superação da problemática. Este é o apontamento de Chrispino (2017) em defesa daquilo que chama de vulgarização científica, a ocorrer por meio da alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos.

Nessa mesma perspectiva, Fourez (1995) explica que a vulgarização científica pode acontecer de duas formas: efeito vitrine e transmissão de poder social. **O efeito vitrine** acontece por meio de uma operação de relações públicas da comunidade

científica, imbuída de mostrar ao povo as maravilhas que os cientistas são capazes de produzir. Isso pode se dar por meio de anúncios televisivos ou artigos. Em síntese, esse tipo de vulgarização “dá apenas uma ilusão de conhecimento, sem poder”, (p. 225). O seja, a negação do conhecimento à sociedade a impede de agir, de tomar decisões.

No que se refere à **transmissão de poder social**, esse tipo de vulgarização fornece certo conhecimento às pessoas, conferindo-lhes um certo poder de decisão. Fourez (1995, p. 221) exemplifica: “Há como difundir uma informação relativa às centrais nucleares a fim de permitir à população local escolher com melhores fundamentos se ela quer ou não uma central nuclear”. Chrispino (2017) diz que essa forma de vulgarização é o que pode ser chamado de Alfabetização Científica e Tecnológica, pois permite aos cidadãos a possibilidade de participar da tomada consciente de decisões (individuais e coletivas) em temas tecnocientíficos.

Destacamos que uma das finalidades do campo CTSA promover a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, como veremos no próximo módulo. Por fim, queremos encerrar este módulo apresentando o quadro abaixo – que é também um quadro-síntese das relações CTSA. Nele estão os aspectos que devem ser observados quando o processo de alfabetização científica e tecnológica se dá por meio da abordagem CTSA, conforme Santos e Schnetzler (2003, p. 65).

Aspectos CTS/CTSA	Considerações
Natureza da ciência	Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
Natureza da Tecnologia	Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos.
Natureza da Sociedade	A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: adaptado de Santos e Schnetzler (2003)

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

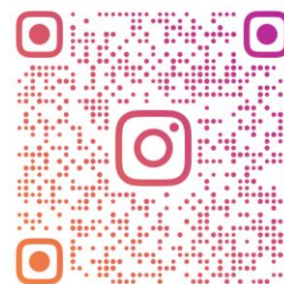
Texto 1: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. *Iberciência*, n. 4, 2017. *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 04). Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1h80VtzaWEc8gB1K0u7Yw4bnJ9tdpOOY5/view?usp=drive_link

Texto 2: FELIX DE LIMA, D. C.; DANTAS, J. M.; PRADO AMARAL ROSA, M. Interações entre tecnologia, ciência e sociedade na concepção de professores em formação inicial de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*. v. 6, n. especial, 2023. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1d0ZGo0GUNXXFV4ySGe_7qIGK9WoIQ-89/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 4** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do respectivo módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo.

https://www.instagram.com/reel/C3kxOxOv7Z/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 4. Essa atividade de escrita pode auxiliá-lo na reflexão e fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 4

O que eu aprendi sobre:

- › Os modelos de interação ciência-sociedade
- › As relações Ciência-Tecnologia-Sociedade
- › A participação social nas decisões sobre temas tecnocientíficos

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 4

ALVES, R. Tecnologia e humanização. **Revista Paz e Terra**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, n. 8, 1968.

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez. 2017.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. *Iberciência*, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017.

FOUREZ, Gérard. **A construção das ciências**. Introdução à Filosofia e à Ética das Ciências. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

OLIVEIRA, M. P. Os mitos da ciência e da tecnologia: uma reflexão filosófica acerca da educação ciência, tecnologia e sociedade. **Alexandria**. v. 16. n.1. Florianópolis, 2023. Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/90267>

SANTOS, W. L. P. DOS.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. 2002.

SANTOS, W. L. P. DOS; SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS. *in Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3.^a ed. Ijuí, 2003.

MÓDULO 5

EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA

Objetivos

- › Conhecer a Educação e o Ensino CTSA, bem como as formas de implementação em sala de aula.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do texto de apoio do Módulo 5
- › Estudo do conteúdo complementar do Módulo 5
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 5
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu ao estudar o Módulo 5

“parece haver uma relação direta entre o que sabemos sobre ciência e tecnologia e o que ensinamos e como ensinamos ciência e tecnologia”.
(Chispino, 2017, p. 26)

**TEXTO DE APOIO DO
MÓDULO 5****EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA**

Sasseron (2017) destaca que a alfabetização científica dos estudantes é um dos principais objetivos do ensino de Ciências. Da mesma forma, Cachapuz (2017) aponta a educação científica como um objetivo social prioritário. Esse autor apresenta argumentos que justificam essa necessidade, os quais serão explorados adiante. Contudo, antes de avançar, consideramos importante responder a uma pergunta: o que significa alfabetização científica? Cachapuz menciona que há uma convergência entre diversos autores quanto à necessidade de

“ir mais além da habitual transmissão de conhecimentos científicos, de incluir uma aproximação à natureza da ciência e à prática científica e, sobretudo, de enfatizar as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, de modo a favorecer a participação dos cidadãos na tomada fundamentada de decisões”.

------(Cachapuz, 2017, p. 23) -----

Além disso, o autor aponta que a ideia de alfabetização envolve alguns objetivos básicos para todos os estudantes. Referindo-se a Marco (2000), Cachapuz (2017) apresenta o que seria um currículo científico básico para todos os cidadãos, que inclui: *alfabetização científica prática* (permitindo a utilização dos conhecimentos no cotidiano para melhorar as condições de vida, entre outros); *alfabetização científica cívica* (capacitando as pessoas a intervirem socialmente e participarem de decisões fundamentadas); e *alfabetização científica cultural* (relacionada à natureza da ciência, ao significado da ciência e da tecnologia, e suas interações com a sociedade).

Pode-se concluir, portanto, que a alfabetização científica e tecnológica (ACT) é um movimento abrangente que vai além da mera transmissão de conceitos científicos. Este movimento busca desvelar a natureza da ciência e da tecnologia, apresentando-as como empreendimentos sociais e humanos. Ele enfatiza as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, visando instrumentalizar os cidadãos para participarem de decisões fundamentadas sobre temas tecnocientíficos.

Quanto aos argumentos que justificam a necessidade da alfabetização científica e tecnológica (ACT) dos cidadãos, Cachapuz (2017) afirma que essa é uma condição essencial para que as pessoas possam participar de maneira fundamentada na tomada de decisões sobre temas relacionados à ciência e tecnologia. O autor destaca que esse argumento democrático é o mais frequentemente utilizado por aqueles que defendem a ACT como um componente da educação para a cidadania.

Para ilustrar a importância de "cidadãos informados" na tomada de decisões, Cachapuz (2017) cita o caso emblemático da bióloga estadunidense Rachel Carson e sua luta contra o uso de agrotóxicos, especialmente o DDT. Em seu livro "Primavera Silenciosa", publicado em 1962, Carson expôs diversos impactos negativos do uso desse pesticida, que ela denominou "biocida" devido à sua capacidade de exterminar. As aplicações não apenas eliminavam pragas como insetos, ervas daninhas e fungos, mas também dizimavam muitas outras espécies, incluindo predadores naturais dessas pragas. Carson demonstrou que o pesticida afetava todo o ecossistema, contaminando o solo, a água, a fauna e a flora, além de entrar na cadeia alimentar e atingir os seres humanos.

As denúncias de Rachel Carson levaram, décadas depois, à proibição do DDT em vários países. Cachapuz (2017) ressalta que a batalha contra o DDT foi conduzida por cientistas como Carson, mas em sintonia com grupos de ativistas que foram sensíveis aos argumentos e causas defendidas por ela. O autor lembra que

“Sem a ação destes grupos de cidadãos com capacidade para compreender os argumentos de Carson, a proibição só teria ocorrido muito mais tarde, com efeitos ainda mais devastadores. Convém, pois, chamar a atenção sobre a influência destes “ativistas informados” e a sua indubitável participação na tomada de decisões, ao fazer seus os argumentos de Carson e exigir controlos rigorosos dos efeitos do DDT, que acabaram por convencer a comunidade científica posteriormente, os legisladores, obrigando à sua proibição. Convém assinalar também que muitos cientistas, com um nível de conhecimentos sem dúvida muito superior ao desses cidadãos, não souberam ou não quiseram ver, inicialmente, os perigos associados ao uso de pesticidas”.

------(Cachapuz, 2017, p. 27) -----

Cachapuz ressalta que as preocupações em torno do desenvolvimento e da utilização dos produtos da ciência e da tecnologia, assim como as dúvidas sobre seus efeitos, são fortes indicativos de que os cidadãos têm o direito de participar das decisões, exigindo que o princípio da prudência ou precaução seja respeitado. Ele esclarece ainda

que esse princípio "não questiona, desde o início, o desenvolvimento da pesquisa, seja neste ou em outro campo, mas se opõe à aplicação apressada e sem garantias suficientes dos novos produtos, movida pelo desejo de benefícios a curto prazo" (Cachapuz, 2017, p. 28).

O autor conclui afirmando que a participação dos cidadãos é positiva, justamente por garantir a aplicação do princípio da precaução diante das incertezas do desenvolvimento científico e tecnológico, que podem representar riscos à vida e ao meio ambiente. No entanto, para que essa participação seja efetiva, é necessário um mínimo de formação científica que permita "a compreensão dos problemas e das opções" (Cachapuz, 2017, p. 28).

Dessa forma, se a alfabetização científica e tecnológica (ACT) é um dos principais objetivos do ensino de Ciências, podemos inferir que, para alcançar esse objetivo, é essencial que os professores de Ciências sejam capacitados para promover a educação científica em suas práticas pedagógicas. Isso envolve não apenas o domínio dos conteúdos científicos, mas também o entendimento da natureza e das implicações da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente. Essa é exatamente a proposta da Educação e do Ensino CTSA, que serão abordados a seguir.

EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA

Vimos no módulo 1 que o movimento CTSA surgiu em um contexto "de críticas ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental [...], como também em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade", conforme apontado por Santos (2011, p. 23).

Munchen e Adaime (2021) sinalizam que é também nesse contexto que o movimento CTSA passa a se inserir na educação, sendo que no Brasil somente a partir dos anos 1980 se inicia a inclusão de elementos CTSA nos currículos. Além disso, Santos (2007) aponta que os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais), publicados em 1998, vislumbram pela primeira vez a abordagem CTSA na organização curricular.

É importante esclarecer, conforme Egevardt *et al* (2021), que a expressão Educação CTSA engloba dois elementos: o *Enfoque CTSA* (entendido como as repercussões do Movimento CTSA no contexto escolar) e a *Abordagem CTSA* (que envolve as iniciativas didático-pedagógicas que ocorrem no contexto escolar).

Indo além, Chrispino (2017) faz esclarecimentos acerca da Educação e do Ensino CTS/CTSA



“A Abordagem CTS é uma maneira de abordar o currículo escolar ou mesmo de posicionar-se frente à Educação e ao mundo real, nos seus mais diversos aspectos. Mais do que uma técnica (pois não é uma ferramenta didática que conduz a um fim de aprendizado específico para encerrar-se logo após), nem uma metodologia (pois que abarca aspectos muito mais amplos que aqueles que caracterizam uma metodologia), CTS é uma abordagem curricular e uma escolha de política educacional. A isso classificamos de Educação CTS. Partindo-se desta premissa, pode-se esperar que a maneira de ver e de fazer educação por meio do ensino na abordagem CTS se materializará em várias esferas de ação didática (desde o ensino fundamental até a educação de jovens e adultos), nos ambientes de ensino tradicional ou inovador (visto que a abordagem CTS não está restrita aos instrumentos mas está sob a égide do professor e sua proposta de apresentar o mundo por outra ótica), em ações de formação educacional de longo porte (como cursos de formação) ou mesmo em atividades pontuais (como estudos pontuais e temáticos). A isso classificamos de Ensino CTS”.

----- (Chrispino, 2017, p. 81) -----

Temos, então, que a Educação CTSA pode ser entendida como uma abordagem curricular e, portanto, uma escolha de política educacional. Já a maneira de fazer educação na perspectiva CTSA, por meio de ações didáticas de formação educacional, é entendida como Ensino CTSA.

Chrispino (2017) chama atenção para que a abordagem CTSA no ensino não seja vista como uma solução milagrosa para todos os problemas que se manifestam em sala de aula, mas sim como uma forma de apresentar, organizar e disseminar conhecimento, sem se limitar às características ou restrições impostas externamente.

Auler (2007) resume os objetivos da educação CTSA da seguinte forma: *incentivar os estudantes a relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, além de discutir as implicações sociais e éticas do uso da ciência e tecnologia; promover a compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico; e formar cidadãos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados, capacitando-os a participar da tomada de decisões de maneira fundamentada e a desenvolver um pensamento crítico.*

Além disso, Santos (2011, p. 23) destaca que "na educação científica, o movimento CTSA adotou como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica, bem como o desenvolvimento de valores". Em outras palavras, trata-se de um exemplo claro de formação para a cidadania. *Assim, um dos principais objetivos da educação CTSA é promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, capacitando-os a tomar decisões em uma sociedade cada vez mais permeada por produtos da ciência e da tecnologia.*

Santos e Auler (2011) trazem algumas classificações dos currículos com ênfase em CTS/CTSA, dentre elas destaca-se a de Luján López (1996), com foco no ensino de Ciências. Tal classificação se dá em

- › **Enxerto CTS:** inclusão de temas CTS/CTSA nos conteúdos científicos normais das disciplinas;
- › **Ciência vista por meio de CTS:** os conceitos científicos são introduzidos a partir de temas CTS/CTSA, ou seja, os conceitos científicos emergem dos temas e são subordinados a eles;
- › **Programas CTS puro:** as discussões CTS/CTSA ocupam posição de destaque, enquanto os conteúdos científicos são tratados de forma secundária e complementar no currículo.

Neste módulo, focaremos no Enxerto CTS/CTSA, por entender que esta é a forma mais acessível de inserção CTSA no currículo, justamente pela não necessidade de alteração dos programas das disciplinas ofertadas na escola, uma vez que o enxerto permite agregar temas CTSA aos conteúdos normais da disciplina, garantindo que os conteúdos específicos estejam alinhados com os objetivos da Educação CTSA.

Munchen e Adaime (2021) destacam que a abordagem CTSA no ensino acontece por meio de temas que, além de abranger discussões científicas e tecnológicas, incluem também aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos e morais, proporcionando ao aluno uma formação que o capacite a atuar como cidadão. Com base em Santos e Mortimer

(2000), os autores esclarecem que os temas escolhidos devem evidenciar as “contradições relativas à ciência e tecnologia e seu impacto social, e que estimulem o debate e a participação dos estudantes, possibilitando assim que as discussões no espaço de sala de aula promovam atitudes e valores na formação para o exercício da cidadania” (Munchen e Adaime, 2021, p. 3).

Quanto aos critérios para a seleção dos temas, Munchen e Adaime (2021, p. 3, apud Ramsey, 1993) indicam que um tema relacionado à ciência deve atender a alguns requisitos: *“se é, de fato, um problema de natureza controversa, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito; o tema deve ter significado social; e em alguma dimensão o tema seja relativo à ciência e tecnologia”*.

Indo além, é pertinente resgatar os aspectos CTS/CTSA que devem ser considerados na Educação CTSA, conforme visto no módulo 4.

Aspectos CTS/CTSA	Considerações
Natureza da ciência	Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
Natureza da Tecnologia	Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos.
Natureza da Sociedade	A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: adaptado de Santos e Schnetzler (2003)

Agora que você já conhece a proposta e os objetivos da Educação e do ensino CTSA, bem como as formas de se trabalhar nessa perspectiva, chegou o momento de conhecer uma Proposta Didática com Abordagem CTSA. É importante esclarecer que primeiro apresentaremos a proposta e, ao final, trazemos alguns esclarecimentos acerca das etapas seguidas para sua elaboração.

CONSTRUINDO UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA

Público-alvo	1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio
Habilidade	(EM13CNT304) Análise e debate acerca de situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos
Objetivo	Compreender os Impactos da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade e o meio ambiente
Tema	Tecnologia e Sociedade
Recurso Didático	Ficção Científica (Episódio “Odiados pela Nação”, da série “Black Mirror”).
Estratégia	Roda de Conversa
Quantidade de aulas	6 aulas de 60 minutos

Caro professor (a),

Esta Proposta Didática foi planejada para o ensino de questões que envolvem a ciência e tecnologia, sobretudo no que se refere aos impactos destas na sociedade e no ambiente, sob uma perspectiva CTSA, de forma a promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. A escolha do tema se justifica pela amplitude de situações que podem ser problematizadas a partir dele.

1º MOMENTO

- › Exibição do Episódio “Odiados Pela Nação”, da série “Black Mirror”
- › Professor, peça aos alunos que anotem situações visualizadas no episódio que evidenciam como a ciência e as tecnologias impactam a sociedade e o ambiente

2º MOMENTO

1º AÇÃO

- › Apresentação dos objetivos da aula
- › Leitura coletiva do resumo do episódio
- › Reexibição de cenas do episódio “odidos pela nação”, com pausas para discussões de situações evidenciadas.

PROFESSOR (A),

- › Apresente aos alunos os objetivos da aula;
- › Leia o resumo do episódio exibido anteriormente [Texto 1];
- › Peça aos alunos que apresentem suas anotações acerca das situações evidenciadas;
- › Faça a reexibição das cenas do EP, fazendo pausas direcionadas para discussão de situações importantes, conforme as sugestões abaixo.

REEXIBIÇÃO DE CENAS

- › **1º (03min19s a 06min38s):** Professor(a), lembre aos alunos que a situação abordada evidencia o efeito da sociedade sobre a tecnologia, em especial, no uso das mídias sociais. Neste recorte, somos apresentados à personagem fictícia "Jo Powers", uma jornalista que passa a receber severas críticas após assinar uma matéria controversa em seu blog sobre um suicídio ocorrido. Essas críticas se intensificam até chegarem a ameaças contra sua vida e linchamento virtual nas redes sociais. O mesmo ocorre com mais dois personagens: "Tusk", um rapper que teve um comportamento maldoso com um fã ao vivo em um programa de TV, e a personagem "Clara Meades", que postou uma foto em que simulava um ato que foi entendido como desrespeitoso em um monumento de guerra. Os três personagens, "Jo Powers", "Tusk" e "Clara Meades", se transformam em alvo de ódio por suas atitudes impopulares e sofrem ataques virtuais.
 - **Pergunta Norteadora: Qual a relação do que está sendo evidenciado nesta cena e a realidade em que vivemos?**
- › Professor(a), esclareça que, ao discutirmos sobre a sociedade contemporânea, é necessário levar em consideração o que Santos (2019) afirma ao dizer que as novas relações sociais estão pautadas na interação digital e com a mediação tecnológica, já que o acesso à internet está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas. Todavia, é esse mesmo aspecto que nos desperta uma reflexão, já que há uma alta velocidade nos avanços das mídias sociais e uma exacerbação em seu uso, mas a sociedade não acompanha esses avanços. Sendo assim, comportamentos que, a princípio, não seriam aceitos dentro das regras gerais de viver em sociedade passam a ser facilmente aceitos dentro do mundo virtual. Santos (2019) lembra ainda que a popularização da internet veio acompanhada da preocupação com as ondas de violência e desmoralização propagadas na internet, como o *cyberbullying*, discurso

de ódio, entre outros, podendo ter consequências graves que afetam a vida dos indivíduos permanentemente, com efeitos como a perda de emprego, depressão e até mesmo mortes. Para mostrar um exemplo do que o cancelamento pode causar, exiba a cena (**01h03min58s a 01h06min10s**). Em seguida, esclareça que a tecnologia e a cultura do cancelamento são dois fenômenos interligados. A tecnologia torna mais fácil a exposição de comportamentos violentos e é um terreno fértil para o discurso de ódio. No caso das mídias sociais, funcionam como um tribunal virtual, onde pessoas que se denominam "cidadãos de bem" se acham no direito de linchar outras pessoas. Além disso, a tecnologia tornou mais fácil o compartilhamento de informações e opiniões. Isso significa que incidentes que antes poderiam passar despercebidos agora podem se tornar virais em questão de minutos.

- > **2° (39min a 42min):** Professor (a), além dos ataques virtuais, nesta cena você pode problematizar o efeito manada (comportamento de rebanho), que ocorre quando um grupo de indivíduos, mesmo de forma irracional, passa a se comportar de maneira semelhante. Neste caso, com a projeção de ódio gratuito e o início de uma caçada a uma figura específica (cultura do cancelamento).
 - **Pergunta Norteadora: você se lembra de algum caso de cancelamento?**
- > **3° (29min13s a 29min38s e 56min8s a 58min21s):** Professor(a), nestes recortes, um importante aspecto pode ser discutido: os interesses que subjazem ao desenvolvimento de tecnologias. Aqui fica evidenciada a influência que o governo exerce no desenvolvimento científico e tecnológico, algo que ocorre de diferentes formas, mas sobretudo por meio de financiamentos. Neste momento, é introduzido o clima de tensão submetido à sociedade, em razão do projeto IDA ser financiado e bancado por agências governamentais, o que causa desconfiança em uma parcela da população que acredita que essa pode ser mais uma forma de espionagem e controle por parte do governo. Professor(a), frise que a tecnologia é um empreendimento social e humano, desenvolvida por pessoas que têm interesses e intencionalidades, sendo, portanto, não neutra.
- > **4° (30min47s a 36min30s):** Nesta cena, o foco está no evento de extinção das abelhas e criação de uma Tecnologia para substituí-las. Dadas a importância ecológica das abelhas, a extinção leva a um desequilíbrio ambiental global e como

consequência tem um efeito direto à vida humana. Professor(a), discuta que, nessa cena, é possível inferir que, na tentativa de contornar a situação, passa-se a ter um grande investimento em pesquisas científicas e na produção de novas tecnologias para a mitigação do iminente colapso ambiental. Esclareça também que neste momento somos apresentados a outra face da tecnologia, em que, ao mesmo tempo que é tida como "salvação" para um problema, passa a ser vista como "vilã", por ser causadora de muitos outros. Os Insetos Drones de Abelhas (IDA), que foram desenvolvidos, a princípio, com a intencionalidade de fazer a polinização das abelhas extintas, começam a ser relacionados à espionagem e mortes. Um exemplo de que nem toda invenção foi feita com boa intenção.

- › Outro ponto que pode ser abordado é o descontrole tecnológico evidenciado. Quando se trata do desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, o princípio da precaução deve ser observado, pois frequentemente surgem incertezas significativas em relação aos seus impactos potenciais na sociedade, como problemas relacionados à segurança, ao meio ambiente e à saúde pública. Antes de introduzir uma nova tecnologia ou produto no mercado, as empresas e os órgãos reguladores devem aplicar o princípio da precaução para avaliar e mitigar potenciais riscos. Isso pode envolver a realização de testes rigorosos de segurança, considerando cenários de uso adversos e implementando medidas de precaução.
- › **5º (11min40s a 12min30s):** Professor, explique que esse recorte evidencia a problemática da privacidade.

 - Pergunta Norteadora: o que é possível depreender / inferir / entender da frase “essas coisas absorvem quem nós somos, sabem tudo sobre nós”?
- › Explique aos alunos que a frase acima admite duas interpretações: a vida é pautada na interação e vivência online, com isso as pessoas deixam rastros nos dispositivos que utilizam. De igual modo as plataformas digitais colhem dados acerca dos interesses dos usuários (através dos cookies), sabendo muitas coisas sobre eles.
- › **6º (19min50s a 22min38s e 1h8min57s a 1h9min35s):** Aqui é evidenciado que as atitudes virtuais podem ter consequências. Professor(a), frise que o discurso de ódio não é liberdade de expressão, uma vez que se refere a expressões que promovem ou incitam violência, hostilidade ou discriminação. É importante também esclarecer que a internet não é terra sem lei, e inclusive existem dispositivos legais que preveem a punição daqueles que cometem crimes virtuais.

2º AÇÃO

- › Aplicação de instrumento avaliativo (questionário)

QUESTIONÁRIO

- › Professor(a), você pode avaliar seus estudantes através da participação deles nas discussões. Esclarecemos que este questionário é apenas mais um instrumento avaliativo que pode ser utilizado.
- › Entregue o questionário abaixo para cada estudante, e em seguida faça a leitura de cada questão. Dê o tempo suficiente para que os alunos respondam, e por fim recolha para análise.

1 - Como você acredita que a Tecnologia afeta a Sociedade e o Ambiente?

2 – A partir do que foi evidenciado no EP, estabeleça relações entre as Mídias Sociais (enquanto tecnologias) e a cultura do cancelamento.

3 – “A Tecnologia pode contribuir para resolver certos problemas sociais, mas certamente pode causar muitos outros”

Você concorda com a frase acima? SIM NÃO

Justifique:

4 – Elabore uma proposta para resolver o problema do “Cancelamento” nas redes sociais.

5 – O que você aprendeu nessa aula?

TEXTO 1

RESUMO DO EPISÓDIO “ODIADOS PELA NAÇÃO”

- › A história se passa em um futuro próximo e segue a detetive Karin Parke e a especialista em tecnologia Blue Coulson enquanto investigam uma série de assassinatos misteriosos que estão ocorrendo em todo o Reino Unido. As vítimas incluem figuras públicas e pessoas comuns que se tornaram alvos de ódio nas redes sociais.
- › À medida que a investigação avança, Parke e Coulson descobrem que as abelhas mecânicas, conhecidas como "ADIs" (Agentes de Insetos Autônomos), estão envolvidas nos assassinatos. Essas abelhas são usadas pelo governo para rastrear indivíduos através de nanotecnologia, coletando dados sobre eles. Um hacker misterioso assume o controle dessas abelhas e as utiliza para executar assassinatos com base na quantidade de ódio que as pessoas expressam nas redes sociais usando uma hashtag específica (**#mortealguem**).
- › Conforme a investigação continua, Parke e Coulson descobrem uma conspiração que envolve o governo, uma empresa de tecnologia e a população em geral. A história explora questões relacionadas à vigilância em massa, ao impacto das redes sociais (Tecnologias) na sociedade e à responsabilidade pelos atos de ódio online.

Professor(a), esclarecemos que, para a elaboração desta proposta, foram seguidas algumas etapas. A primeira delas foi a definição do tema a ser trabalhado. Em seguida, procedeu-se à escolha de um recurso didático, que, no caso, foi a ficção científica (FC). Ao fazer uma busca na internet acerca da utilização da FC no ensino de Ciências, chegou-se a um artigo sobre o episódio (EP) "Odiados pela Nação", da série "Black Mirror". O artigo versava sobre as potencialidades desse EP para o ensino de Ciências em uma perspectiva CTSA. A próxima etapa consistiu na análise do EP, a fim de mapear as cenas de interesse. Em seguida, procedeu-se à elaboração dos textos para a proposta didática.

Já caminhando para as últimas páginas deste material, queremos enfatizar que defendemos a importância de os professores cultivarem o hábito da pesquisa para se tornarem produtores de conhecimento e, assim, conseguirem integrar a Educação CTSA em sala de aula. Há diversos argumentos que sustentam essa necessidade. Primeiramente, como já discutido em parágrafos anteriores, o ensino CTSA se desenvolve a partir de temas. Portanto, para trabalhar com temáticas, é fundamental que o professor seja capaz de elaborar propostas didáticas específicas, considerando que não é possível depender exclusivamente dos livros didáticos dentro dessa perspectiva.

Dessa forma, podemos afirmar que, para uma prática embasada na perspectiva CTSA, é necessário romper com a racionalidade técnica, que enxerga os professores como meros aplicadores de conhecimentos e materiais produzidos por pessoas que não estão inseridas na realidade em que eles atuam, como aponta Paniago (2017).

Além disso, a partir das reflexões dessa autora, percebemos que a racionalidade crítica se alinha melhor aos pressupostos teórico-práticos que defendemos, sendo mais adequada para a formação do profissional que vislumbramos, considerando que, nesse modelo



“O professor é visto como alguém que indaga, questiona, que reflete sobre sua prática e procura soluções para os problemas que surgem em sala de aula e, colaborativamente, busca, por meio da intervenção em sua realidade educativa, alternativas para as desigualdades de ordem social, política, ambiental. As situações que acontecem em sala de aula são singulares, complexas, ambíguas, tornado-se, portanto impossível que o professor aplique modelos prontos e acabados, técnicas produzidas por outros”.

-----*(Paniago, 2017, p. 119)*-----

Finalizamos a tecitura deste material didático com a necessária reflexão de Chassot acerca da natureza da ciência

“Há um adjetivo muito usual para a Ciência que é preciso ainda comentar: a Ciência é maravilhosa, ou pelo menos ela é boa. Afinal, é ela a artífice de todos os benefícios que nos traz a tecnologia.

Quem analisar um pouco o que aconteceu na humanidade nos últimos anos chega a se surpreender. Na metade da década de 80 do século 20 nenhum de nós conhecia computadores pessoais, fax, telefones celulares, correio eletrônico, CDs, que hoje fazem parte da rotina de nossas vidas. Parece que falar de 1985 é voltar a priscas eras. Pensemos um pouco em quantas mudanças tecnológicas ocorreram até os dias atuais.

*É fácil, assim, pintar a Ciência como uma fada benfazeja. Podemos ver algo menos bom na Ciência? Sim. Há coisas macabras. Cito o monopólio das sementes, falando de uma situação que para alguns de nós é bastante familiar: a perda de nossas sementes caipiras para aderir, por exemplo, ao milho híbrido, que não pode fornecer sementes para as safras seguintes, ou a tristemente célebre fabricação de uma peste suína, nos anos 70, para depois serem fornecidas matrizes de ciclo reprodutivo limitado e de exigências alimentares de rações produzidas somente pelos próprios fornecedores das matrizes. Aliás, é sempre válido especular sobre por que, coincidentemente, são as mesmas companhias transnacionais que fornecem as sementes e que vendem também os herbicidas tão específicos e eficazes. Talvez o mesmo valha para os vírus que contaminam tão ameaçadoramente nossos computadores. Às vezes penso que são as mesmas multinacionais que vendem os antivírus as que criam os vírus. **Parece indiscutível a associação do conhecimento ao poder. Isto é, não podemos passar para os nossos alunos e alunas uma imagem de uma Ciência neutra.***

Assim, observamos que não podemos ver na Ciência apenas a fada benfazeja que nos proporciona conforto no vestir e na habitação, nos ensina remédios mais baratos e mais eficazes ou até alimentos mais saborosos e mais nutritivos ou ainda facilita nossas comunicações. Ela pode ser - ou é - também uma bruxa malvada que programa grãos ou animais que são fontes alimentares da humanidade para se tornarem estereis numa segunda reprodução.

A Ciência se parece mais ao Golem (ou Goilem), aquele ente da mitologia judaica que é descrito como um gigante de pés de barro que desconhece sua verdadeira força e se assemelha muito a um bobão, mas que tem ações, às vezes, de sábio, e outras de sabido. Aqui sabido nas suas duas acepções quase antípodas: uma, conhecedor, sabedor, versado, perito; a outra: astuto, finório, velhaco, trapaceiro. Realmente, muitas vezes a Ciência, ou melhor, os homens e mulheres que fazem Ciência, aparentam desconhecer a força que têm e agem como Golem.

Assim como as imponentes catedrais medievais ou como os modernos shopping centers foram construídos por milhares de trabalhadores anônimos e por alguns poucos arquitetos, todos sabemos que a Ciência não é apenas o produto do trabalho de uns poucos cientistas, mas das seculares tarefas de muitos que dedicaram sua produção à formação dos conhecimentos que estão disponíveis para a humanidade. Mesmo que não se defenda uma História da Ciência marcada pelo culto aos nomes de pessoas, sabemos que em todos os tempos houve homens e mulheres (estas, por sabidas razões, uma expressiva minoria) que foram decisivos na construção da Ciência”.

----- (Chassot, 2018, p. 112, 113, 114 e 115) -----

Com adaptações

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

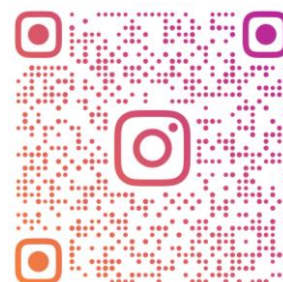
Texto: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 05). Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1JmS7xjLtXttOzQDOHzOODPJzW2_G4O61/view?usp=drive_link

Texto 2: OLIVEIRA, M. P. Os mitos da ciência e da tecnologia: uma reflexão filosófica acerca da educação ciência, tecnologia e sociedade. **Alexandria**. v. 16. n.1. Florianópolis, 2023. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1U5kKBZzCDyhrIreGCOPMosudfWalJmfZ/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 5** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do respectivo módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo

https://www.instagram.com/reel/C3kg5CPOgNv/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRlODBiNWFlZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 5. Essa atividade de escrita pode ajudá-lo na reflexão e fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 5

O que eu aprendi sobre:

- › Os objetivos da Educação CTSA
- › A Alfabetização Científica e Tecnológica
- › O Enxerto CTSA e o trabalho com temáticas
- › A relação entre Educação CTSA, Alfabetização Científica e Tecnológica, e a participação social nas decisões sobre temas tecnocientíficos
- › A importância de que os professores sejam pesquisadores/produtores de conhecimento para que consigam mobilizar a abordagem CTSA em sala de aula

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 5

- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rcen&cod=_enfoqueciencia-tecnologi. Acesso em: 22 jun. 2023.
- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez. 2017.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 8. ed. Ijuí: Ed. UNIUI, 2018.
- EGEVARDT, C.; LORENZETTI, L.; HUSSEIN, F. R. G. e S.; LAMBACH, M. Desafios da educação CTS na formação de professores de química: analisando uma disciplina CTS. **Reamec - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 9, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/11796>. Acesso em: 18 fev. 2024.
- MÜNCHEN, S.; BOHRER ADAIME, M. Abordagem CTS na formação inicial de professores de Química: uma análise de sequências didáticas. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 1, p. 134–150, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3532>. Acesso em: 4 fev. 2024.
- PANIAGO, R. **Os professores, seu saber e seu fazer**: elementos para uma reflexão sobre a prática docente. 1. ed. Curitiba: Appris, 2017.
- SANTOS, S. C. C. Dos. **O ensino de ciências e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (ctsa) a partir de um episódio de “black mirror”**. Anais VI CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/61337>>. Acesso em: 04/09/2023.
- SANTOS, W. L. P. DOS. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474–492, set. 2007.
- SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Unb, 2011.
- SANTOS, W. L. P. DOS; SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS. *in* **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 3.ª ed. Ijuí, 2003.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Básica Brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.
- SASSERON, L. H; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática**: inovando a forma de ensinar física. Livraria da Física, São Paulo, 2017.

ANEXOS

ANEXO 1 – Proposta Didática com Abordagem CTSA elaborada pelos Professores de Ciências em Formação Inicial (residentes)

PROPOSTA DIDÁTICA

Público	1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio
Habilidades	<p>(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p> <p>(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.</p>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> › Compreender o conceito de agrotóxicos e seus diferentes tipos; › Analisar os impactos dos agrotóxicos na saúde humana, no meio ambiente e na sociedade; › Compreender as relações dos agrotóxicos com a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o meio ambiente; › Desenvolver o senso crítico e a capacidade de argumentar de forma fundamentada sobre a temática dos agrotóxicos; › Promover a participação social na busca por alternativas sustentáveis ao uso de agrotóxicos.
Recursos Didáticos	Documentários, noticiários
Estratégias	Aula Expositiva Dialogada, Roda de Conversa
Duração	9 aulas de 60 minutos
Professor (a),	<p>Esta Proposta Didática foi planejada para o ensino de questões que envolvam a Temática dos Agrotóxicos, em uma perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), de forma a promover a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes.</p>

AULA 1 e 2

1º MOMENTO

Professor (a), para iniciar a aula é importante conhecer os saberes que os estudantes já dispõem sobre a temática. Assim, para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes, proponha a formação de uma nuvem de palavras a partir do seguinte questionamento: **“O que são Agrotóxicos?”**. Para a formação da nuvem de palavras, sugerimos o aplicativo *Mentimeter*, que pode ser acessado gratuitamente em: [Word Cloud: crie Nuvem de Palavras ao Vivo - Mentimeter - Mentimeter](#). Em seguida, frise que *agrotóxicos são produtos químicos sintéticos utilizados na agricultura para controlar pragas, doenças e plantas indesejadas que podem prejudicar as plantações*. Esclareça que *eles são conhecidos também como defensivos agrícolas, e podem ser classificados como: **Inseticidas**: utilizados para controlar insetos que atacam as plantações; **Herbicidas**: usados para matar plantas daninhas que competem com as culturas; **Fungicidas**: aplicados para combater fungos que causam doenças nas plantas*.

2º MOMENTO

Professor (a), este momento é reservado para a exibição do documentário “O Veneno Está na Mesa”, disponível no *Youtube* e que pode ser acessado em: <https://youtu.be/fyvoKljtvG4?si=o4S2Rl4JHDBAeHXB>. Peça aos alunos que anotem situações que lhes despertaram interesses, para posterior discussão.

AULA 3

1º MOMENTO

Professor (a), inicie esta aula promovendo uma roda de conversa acerca das anotações feitas pelos estudantes sobre o documentário assistido na aula anterior, de forma que cada aluno exponha o que mais lhe chamou atenção. É muito importante que você fomente a discussão com questionamentos.

2º MOMENTO

Professor (a), faça a reexibição da cena em 08min20s, em seguida esclareça que *o uso de agrotóxicos se intensificou após a Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento de novas*

substâncias químicas sintéticas, como o DDT. Inicialmente, esses produtos foram vistos como uma solução milagrosa para aumentar a produção agrícola e combater a fome, em um movimento chamado “Revolução Verde”. Exponha que a Tecnologia utilizada na revolução verde, conforme mostrado na cena do documentário, é proveniente da indústria da guerra. Dê o exemplo do “Agente Laranja”, um herbicida e desfolhante potente desenvolvido e utilizado pelas forças armadas dos Estados Unidos durante a Guerra do Vietnã, com o objetivo de destruir a densa vegetação que servia de esconderijo para os inimigos de guerra. Na agricultura convencional, os agrotóxicos são amplamente utilizados para aumentar a produtividade e proteger as culturas contra pragas e doenças. Eles permitem o cultivo em larga escala, com menor necessidade de mão de obra e maior uniformidade dos produtos. No entanto, essa dependência dos agrotóxicos tem gerado diversos problemas, como o surgimento de pragas resistentes, a contaminação do solo e da água, e os impactos na saúde humana e na biodiversidade.

AULA 4

Professor (a), lembre aos alunos que *a exposição aos agrotóxicos representa um grave risco à saúde humana, com consequências que podem variar de leves a fatais, dependendo da dose e do tempo de exposição.*

Utilizando o aplicativo *Mentimeter*, peça aos estudantes que respondam a seguinte questão: **“como os Agrotóxicos podem entrar em nosso organismo?”**. O objetivo é formar uma nuvem de palavras com as respostas dos alunos.

A partir das respostas obtidas, frise que *existem diferentes vias de exposição, como:* **Inalação:** *A inalação de agrotóxicos em forma de pó, névoa ou vapor pode ocorrer durante a aplicação, manipulação ou transporte dos produtos;* **Ingestão:** *A ingestão pode ocorrer por meio de alimentos contaminados com resíduos de agrotóxicos, água contaminada ou contato direto das mãos com a boca após a manipulação dos produtos;* **Contato Dérmico:** *A pele é uma via importante de absorção de agrotóxicos, principalmente durante a aplicação, manipulação ou contato com superfícies contaminadas.*

Lembre os estudantes que *os efeitos na saúde humana podem ser agudos (aqueles que se manifestam logo após a exposição, como náuseas, vômitos, diarreia, dores de cabeça, tonturas, irritação da pele e dos olhos, dificuldade respiratória e, em casos graves, convulsões e até*

mesmo a morte. Ou efeitos Crônicos (quando a exposição prolongada a baixas doses de agrotóxicos pode levar a efeitos crônicos, como doenças neurológicas a exemplo do Parkinson e Alzheimer. É comum também distúrbios hormonais, problemas reprodutivos, malformações congênitas, câncer e danos ao sistema imunológico.

Professor (a), neste momento, utilizando o aplicativo *Mentimeter*, peça aos estudantes que formem uma nuvem de palavras com respostas a seguinte questão: **“Em sua opinião, qual é o grupo mais exposto aos Agrotóxicos?”**. A partir das respostas obtidas, esclareça que *os trabalhadores do campo (agricultores e produtores rurais) são os mais expostos aos agrotóxicos, devido ao contato direto com os produtos durante a aplicação e manipulação, e que a falta de equipamentos de proteção individual (EPIs) e o desconhecimento dos riscos aumentam a vulnerabilidade. Esclareça também que os moradores de comunidades próximas às áreas de aplicação são afetados devido ao uso inadequado e a contaminação de recursos hídricos. Por fim, frise que os consumidores dos produtos do campo também são atingidos devido a ingestão de alimentos contaminados com resíduos de agrotóxicos.*

Professor (a), faça a reexibição da cena em 15min10s do documentário. Esta cena evidencia os males do agrotóxico na saúde do trabalhador.

AULA 5

Professor (a), inicie esta aula enfatizando que *o uso de agrotóxicos na agricultura convencional tem causado graves impactos no meio ambiente, afetando a qualidade do solo, da água e do ar, além de comprometer a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas. No solo os resíduos podem persistir por longos períodos, afetando a microbiota, a fertilidade e a qualidade do solo, podendo levar à perda de biodiversidade, prejudicando microrganismos benéficos, minhocas e outros organismos que desempenham papel fundamental na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes. Esclareça também que as chuvas podem lavar os resíduos das plantas e do solo, carregando-os para rios, lagos e aquíferos, afetando a vida aquática, como peixes, crustáceos e moluscos, além de comprometer a qualidade da água para consumo humano e animal. A presença de agrotóxicos na água pode causar problemas de saúde em pessoas e animais que a consomem, mesmo em baixas concentrações. Por fim, frise que a aplicação de agrotóxicos na forma de pulverização pode levar à deriva dos produtos, atingindo*

áreas vizinhas às lavouras. Assim, ocorre a contaminação do ar que respiramos, podendo causar problemas respiratórios, alérgicos e outros problemas de saúde.

Para além, lembre aos alunos que os agrotóxicos podem afetar diretamente a biodiversidade, causando a morte de organismos não-alvo, como abelhas, outros polinizadores e inimigos naturais de pragas. A redução da população de abelhas, por exemplo, pode ter graves consequências para a produção de alimentos, já que elas são responsáveis pela polinização de diversas culturas agrícolas. A contaminação da água também pode afetar a vida aquática, prejudicando peixes, anfíbios e outros organismos que dependem desse ambiente para sobreviver. Frise que alguns agrotóxicos são persistentes no ambiente e podem se acumular nos organismos ao longo do tempo, em um processo denominado Bioacumulação, podendo causar sérios problemas de saúde em animais e seres humanos que se alimentam de organismos contaminados.

Professor (a), faça a exibição do noticiário que denuncia a morte de milhões de abelhas em Sorriso, Mato Grosso, devido a aplicação de agrotóxicos nas lavouras. A reportagem está disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/11803130/>.

AULA 6

Professor (a), esclareça que *a questão dos agrotóxicos vai muito além dos impactos diretos na saúde humana e no meio ambiente, pois ela está diretamente relacionada com diversos aspectos da sociedade, gerando impactos socioeconômicos, conflitos de interesses e desafios para a legislação e regulamentação.*

Professor (a), neste momento reexiba a cena em 47min53s, que mostra os conflitos de interesses que estão por trás da produção e utilização dos agrotóxicos no Brasil, marcado pela busca do lucro a qualquer custo por parte das grandes empresas do agro.

Em seguida, discuta os seguintes aspectos com os estudantes:

Impactos Socioeconômicos:

- › Custos de Produção: *O uso de agrotóxicos aumenta os custos de produção para os agricultores, devido ao alto preço dos produtos, à necessidade de equipamentos de proteção individual (EPIs) e aos gastos com saúde decorrentes de intoxicações.*

- › Dependência de Empresas Produtoras: *A agricultura convencional, baseada no uso intensivo de agrotóxicos, torna os agricultores dependentes das grandes empresas produtoras de insumos agrícolas, que controlam o mercado e ditam os preços.*
- › Segurança Alimentar: *A contaminação dos alimentos por agrotóxicos coloca em risco a segurança alimentar da população, especialmente de grupos mais vulneráveis, como crianças, gestantes e idosos. Além disso, a dependência de monoculturas e agrotóxicos torna o sistema alimentar mais frágil e suscetível a crises.*

Conflitos de Interesses:

- › Agronegócio: *O agronegócio defende o uso de agrotóxicos como essencial para a produção de alimentos em larga escala e para a competitividade do setor no mercado internacional.*
- › Movimentos Sociais: *Movimentos sociais, como o MST e organizações ambientalistas, criticam o modelo de agricultura baseado em agrotóxicos e defendem alternativas agroecológicas, que priorizem a produção de alimentos saudáveis e a proteção do meio ambiente.*
- › Consumidores: *Os consumidores, cada vez mais conscientes dos riscos dos agrotóxicos, demandam alimentos mais seguros e livres de resíduos químicos.*

Legislação e Regulamentação no Brasil:

- › *O Brasil possui uma legislação específica para o registro e controle de agrotóxicos, mas a fiscalização é deficiente e a liberação de novos produtos é frequentemente questionada pela sociedade civil e por órgãos de controle. A falta de transparência e a influência do agronegócio no processo de aprovação de agrotóxicos são problemas sérios que precisam ser enfrentados.*

AULA 7

Professor (a), esclareça que a crescente preocupação com os impactos dos agrotóxicos na saúde humana e no meio ambiente tem impulsionado a busca por alternativas mais sustentáveis na agricultura. Diversas práticas e sistemas de produção têm se mostrado eficazes na redução ou eliminação do uso de agrotóxicos, promovendo uma agricultura mais saudável, ecologicamente equilibrada e socialmente justa.

Professor (a), faça a reexibição da cena em 28min25s, que mostra formas de produzir sem a utilização de agrotóxico.

Após a exibição, apresente as principais estratégias alternativas, conforme explicitados abaixo:

Controle Biológico: *consiste no uso de inimigos naturais, como predadores, parasitoides e patógenos, para controlar as pragas. Essa técnica é uma alternativa eficaz e segura aos agrotóxicos, pois não deixa resíduos tóxicos no ambiente e não prejudica a saúde humana.*

Agricultura Orgânica: *é um sistema de produção que exclui o uso de agrotóxicos sintéticos, fertilizantes químicos e organismos geneticamente modificados (OGMs). Se baseia no uso de práticas naturais, como a rotação de culturas, o uso de adubos orgânicos e o controle biológico de pragas, para manter a fertilidade do solo e a saúde das plantas.*

Agroecologia: *vai além da agricultura orgânica, buscando integrar os conhecimentos científicos com os saberes tradicionais e as práticas locais, buscando promover a sustentabilidade da produção agrícola, considerando os aspectos ecológicos, sociais e econômicos. A agroecologia valoriza a biodiversidade, a conservação dos recursos naturais e a autonomia dos agricultores.*

Sistemas Agroflorestais (SAFs): *São sistemas de produção que integram árvores, culturas agrícolas e/ou criação de animais em uma mesma área. Essa integração permite aproveitar melhor os recursos naturais, como a água e a luz solar, e promover a biodiversidade. Os SAFs são uma alternativa promissora para a recuperação de áreas degradadas e para a produção de alimentos de forma sustentável.*

Professor (a), finalize lembrando que a transição para sistemas de produção mais sustentáveis, como a agroecologia e a agricultura orgânica, enfrenta desafios como a necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, a capacitação dos agricultores e a criação de políticas públicas que incentivem essas práticas. No entanto, as perspectivas são promissoras, pois a demanda por alimentos saudáveis e produzidos de forma sustentável está crescendo em todo o mundo, ao mesmo tempo em que o atual modelo de produção no campo que é marcado pela monocultura em larga escala, se mostra cada vez mais insustentável do ponto de vista socioambiental.

AULA 8

Professor (a), lembre aos alunos que *o consumidor tem um papel fundamental na transformação do modelo agrícola atual, que é marcado pelo uso intensivo de agrotóxicos. Através de suas escolhas e ações, o consumidor pode influenciar o mercado, incentivar práticas agrícolas mais sustentáveis e contribuir para a construção de um sistema alimentar mais justo e saudável.*

Esclareça que *o consumo consciente envolve a busca por informações sobre a origem dos alimentos, os métodos de produção utilizados e os impactos socioambientais. Lembre aos alunos que conforme mostrado no documentário, ao optar por alimentos orgânicos, agroecológicos ou produzidos pela agricultura familiar, o consumidor valoriza práticas que protegem a saúde humana e o meio ambiente. Além disso, o consumo consciente também implica em evitar o desperdício de alimentos e em priorizar produtos da estação e de produção local. Lembre-os que a agricultura familiar é responsável por grande parte da produção de alimentos no Brasil, e muitas vezes utiliza práticas agroecológicas, com menor ou nenhum uso de agrotóxicos. Logo, ao comprar diretamente dos agricultores familiares, em feiras ou mercados locais, o consumidor fortalece a economia local, valoriza o trabalho dos pequenos produtores e contribui para a segurança alimentar da região.*

Professor (a), chame a atenção para a *importância da participação dos cidadãos em Movimentos Sociais e Debates Públicos, pois a participação em movimentos sociais, como organizações de consumidores, grupos de apoio à agroecologia e redes de agricultura urbana, é uma forma de fortalecer a luta por um sistema alimentar mais justo e sustentável. A participação em debates públicos, audiências e consultas sobre políticas agrícolas também é importante para pressionar por mudanças na legislação e na regulamentação do uso de agrotóxicos.*

Finalize enfatizando que *cada escolha do consumidor é um voto a favor de um modelo de agricultura. Ao optar por alimentos produzidos de forma sustentável, o consumidor envia um sinal claro ao mercado de que há demanda por produtos mais saudáveis e ecologicamente corretos. Essa demanda pode incentivar os agricultores a adotarem práticas agroecológicas e a reduzirem o uso de agrotóxicos.*

AULA 9

Professor (a), a ideia é que nesta aula ocorra uma roda de conversa acerca das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, tendo como epicentro o tema agrotóxico. Para isso, inicie a aula com o seguinte questionamento, a fim de instigar a participação dos alunos: **“qual a relação dos cientistas com os Agrotóxicos?”**. É importante instigar a participação de todos. Após, esclareça que:

- › *A Ciência e os cientistas são responsáveis pelo desenvolvimento dos agrotóxicos, buscando soluções para o controle de pragas e doenças na agricultura. No entanto, a ciência também é fundamental para investigar os impactos dos agrotóxicos na saúde humana e no meio ambiente, fornecendo dados e evidências sobre esses impactos socioambientais. Professor (a), esclareça que existe um dualismo no que se refere a produção dos agrotóxicos, ou seja, enquanto existe uma Ciência que privilegia o lucro a qualquer custo, sem considerar os impactos negativos do conhecimento produzido, por outro lado existe aquela Ciência preocupada em mostrar os impactos negativos para a sociedade, através de dados e evidências. E é esta mesma Ciência que vai propor alternativas sustentáveis ao uso de agrotóxicos no campo. Frise que a Ciência é feita por grupos de pessoas, e pessoas possuem interesses, intencionalidades. Esses grupos podem estar preocupados somente com o lucro, enquanto outros com o bem-estar social.*

Professor (a), neste momento faça o seguinte questionamento: **“Qual a relação da Tecnologia com os Agrotóxicos?”**. Fomente a participação dos alunos na discussão. Em seguida, permita alargar o conceito de Tecnologia, frisando que:

- › *Os agrotóxicos em si são tecnologias, pois são produtos desenvolvidos a partir de pesquisa científica e tecnológica com o objetivo de resolver um problema específico na agricultura, como o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. Para além, lembre-os que outros aparatos tecnológicos possibilitam a produção e aplicação dos agrotóxicos em larga escala. No entanto, a tecnologia também pode ser utilizada para desenvolver alternativas aos agrotóxicos, como o controle biológico e o manejo integrado de pragas, que minimizam os impactos negativos no ambiente e na saúde. Lembre ainda que uma ciência que busca o lucro a qualquer custo, tende a produzir tecnologias com esta mesma concepção, com esta mesma intencionalidade.*

Professor (a), neste momento faça o questionamento a seguir, de forma a promover a participação de todos na discussão: **“Qual a relação da Sociedade com os Agrotóxicos?”**. Após a participação dos estudantes, esclareça que:

- › *Alguns poucos representantes da sociedade ditam os rumos da produção dos agrotóxicos, seja através de financiamentos de pesquisas científicas por parte dos governantes ou grandes corporações com o fim de desenvolver essas substâncias, seja também pela pressão de grupos de interesses. Por outro lado, a maior parte da sociedade é diretamente afetada pelo uso de agrotóxicos, tanto pelos benefícios do aumento da produção de alimentos quanto pelos riscos à saúde e ao meio ambiente. Esclareça que a maior parte da sociedade que é afetada pouco participa das discussões e decisões sobre a produção e aplicação de agrotóxicos, pois os espaços onde as decisões são tomadas não valorizam a participação popular. Numa sociedade verdadeiramente democrática, o cidadão deveria desempenhar um papel importante na definição das políticas públicas e na regulamentação do uso de agrotóxicos, por meio da participação em debates, consultas públicas e movimentos sociais. Seria uma forma de romper com as decisões tecnocráticas, aquelas tomadas somente pelos especialistas/cientistas. Se todos são afetados por esta ciência e por esta tecnologia, todos deveriam ter o direito de participar, opinar, decidir. A participação social seria uma forma de garantir o respeito ao Princípio da Precaução, que evita a aplicação apressada de novos conhecimentos e tecnologias cujos efeitos a médio e longo prazos são desconhecidos.*

Professor (a), faça o questionamento a seguir: **“É possível viver de forma saudável em um ambiente contaminado?”**. Após as respostas dos alunos, problematize que:

- › *O meio ambiente é o principal receptor dos impactos dos agrotóxicos, que podem contaminar o solo, a água e o ar, afetar a biodiversidade e comprometer a qualidade dos ecossistemas. Logo, não é possível viver de forma saudável se o ambiente está contaminado por esses produtos químicos, pois um ambiente doente implica, inevitavelmente, que seus habitantes também poderão adoecer, pois é do ambiente que se tira o alimento, a água e o ar. Logo, a saúde humana está intrinsecamente ligada à saúde do meio ambiente. Isso evidencia a urgente necessidade de transição para alternativas que não agridam o meio ambiente e garantam produção de alimentos saudáveis, bem como a sustentabilidade da agricultura a longo prazo.*

AULA 10

Professor (a), é importante que todas as participações dos estudantes nas aulas anteriores sejam valorizadas no processo de avaliação da aprendizagem. Para além, esta última aula é dedicada para o desenvolvimento de mais um instrumento avaliativo. Para isso, sugerimos o seguinte: Peça aos estudantes que faça a leitura do artigo “Rachel Carson, Ciência e Coragem”, da autora Elenita Malta Pereira, disponível em:

- https://drive.google.com/file/d/1troMYFL4FHxWs4It0ybjpbFx_P8JziXo/view?usp=drive_link

Peça aos estudantes que, a partir do que aprenderam nas aulas anteriores e leitura do artigo, façam **sugestões de argumentação para os seguintes problemas:**

- › 1 – A relação da Ciência e dos Cientistas com a produção de agrotóxicos
- › 2 – A relação da Tecnologia com os agrotóxicos
- › 3 – A relação da Sociedade com os agrotóxicos
- › 4 – Os conflitos de interesses por trás da grande produção e demanda de agrotóxicos
- › 5 – A importância da participação dos cidadãos nas decisões sobre a produção e aplicação de agrotóxicos
- › 6 – Dê possíveis justificativas para a existência de dois tipos de cientistas: aqueles comprometidos e defensores da produção de tecnologias como os agrotóxicos, a exemplo do químico Paul Hermann Müller. E aqueles preocupados com os impactos dessas tecnologias na sociedade e no meio ambiente, como a Bióloga Rachel Carson.

REFERÊNCIAS

FILME: O veneno está na mesa II. Direção: Silvio Tendler: Caliban Cinema e Conteúdo, 2014. 1 vídeo (70 min). Disponível em: https://youtu.be/fyvoKljtvG4?si=4E1q-a9tsntYC_oP. Disponível em: <https://youtu.be/fyvoKljtvG4?si=taPHOI8zOpm4WT04>. Acesso em: 01 abr. 2024.

Milhões de abelhas morrem por mau uso de agrotóxicos em Mato Grosso. [São Paulo]: Globo Rural, 2023. 1 vídeo (3 min). Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/11803130/>. Acesso em: 1 abr. 2024.

PEREIRA, E. M. Rachel Carson, ciência e coragem”. **Ciência Hoje**, v. 50, p. 72- 73, 2012. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/rachel-carson-ciencia-e-coragem>. Acesso em: 01 abr. 2024. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/11803130/>. Acesso em 2. abr. 2024.