

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

JULIANA PINTO VIECHENESKI

**RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE EM
LIVROS DIDÁTICOS INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA
NATUREZA PARA OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

TESE

PONTA GROSSA

2019

JULIANA PINTO VIECHENESKI

**RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE EM
LIVROS DIDÁTICOS INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA
NATUREZA PARA OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Tese apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Doutora em
Ensino de Ciência e Tecnologia, do
Programa de Pós-Graduação em Ensino
de Ciência e Tecnologia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosemari
Monteiro Castilho Foggiatto Silveira
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Marcia Regina
Carletto

PONTA GROSSA

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.41/2019

V656 Viecheneski, Juliana Pinto

Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos integrados
de ciências humanas e da natureza para os anos iniciais do ensino fundamental /
Juliana Pinto Viecheneski. 2019.

316 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira
Coorientadora: Profa. Dra. Marcia Regina Carletto

Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

1. Ciência - Aspectos sociais. 2. Tecnologia - Aspectos sociais. 3. Ciência -
Estudo e ensino. 4. Ensino fundamental. 5. Livros didáticos. I. Silveira, Rosemari
Monteiro Castilho Foggiatto. II. Carletto, Marcia Regina. III. Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. III. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Tese Nº **17/2019**

RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE EM LIVROS DIDÁTICOS
INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA PARA OS ANOS INICIAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL

por

Juliana Pinto Viecheneski

Esta tese foi apresentada às **09 horas** do dia **28 de março de 2019** como requisito parcial para a obtenção do título de DOUTOR EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Tatiana Galieta Nascimento
(UERJ)

Prof. Dr. Leonir Lorenzetti
(UFPR)

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin
(UTFPR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson
(UTFPR)

Prof^a Dr^a Rosemari Monteiro Castilho
Foggiatto Silveira (UTFPR) – Orientador(a)

Visto do Coordenador:

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin
Coordenador do PPGECT - Doutorado
UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – CÂMPUS PONTA GROSSA

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e proteção.

À Prof.^a Dr.^a Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira, que generosamente compartilhou seus conhecimentos, dedicou seu tempo e energia na orientação desta pesquisa. Obrigada pela atenção, pela confiança, paciência e incentivo.

À Prof.^a Dr.^a Marcia Regina Carletto, co-orientadora, por suas contribuições, apoio e incentivo. Gratidão pela acolhida e pela ajuda no caminho da pesquisa.

Aos membros da banca examinadora que muito colaboraram para o aprimoramento deste trabalho.

Aos professores que participaram deste estudo como avaliadores da matriz de análise e do produto educacional. Suas contribuições foram valiosas para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR pelas interlocuções, pela partilha de saberes e reflexões, que colaboraram para meu crescimento intelectual e profissional.

Aos meus colegas de trabalho do Instituto Federal do Paraná – Campus Irati, pelo apoio e compreensão durante o meu afastamento das atividades profissionais.

Aos meus queridos amigos e familiares pelo carinho e incentivo.

À amiga Patrícia Tiومان pelo apoio no momento da revisão da tese.

Às amigas-irmãs: Carolina Froner, Viviane Martini, Carla Ramos e Ana Paula Domingos. Vocês são presentes de Deus em minha vida! Gratidão por todo o amor e amizade.

Aos meus pais, Tarcilia e Ari, pelo amor incondicional, por me ensinarem o valor do estudo e por estarem sempre ao meu lado, incentivando e apoiando-me em toda minha trajetória.

Ao meu esposo Rodrigo, companheiro de todos os momentos, pela compreensão, incentivo e apoio, pelos sonhos e planos compartilhados.

Por fim, agradeço a todos que de algum modo contribuíram para que eu concretizasse mais essa etapa de formação.

RESUMO

VIECHENESKI, Juliana Pinto. **Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza para os anos iniciais do ensino fundamental**. 2019. 316 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

A presença marcante dos livros didáticos nas escolas públicas da educação básica, sua utilização massiva e sua relevância para as práticas de ensino, abriram espaço para o estudo dos manuais didáticos integrados de ciências humanas e da natureza, tendo-se como foco as inter-relações ciência-tecnologia-sociedade. Nessa perspectiva, o objetivo desta pesquisa foi analisar as possíveis abordagens relativas às inter-relações CTS em livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do PNLD 2016, do 4º ano do Ensino Fundamental. Partiu-se do pressuposto de que as coleções didáticas de ciências refletem diferentes compreensões acerca da ciência e de suas relações com a tecnologia e a sociedade e nem sempre essas relações estão explícitas e são problematizadas criticamente nesses materiais. A abordagem metodológica foi de natureza qualitativa e optou-se pelo uso de técnicas de análise de conteúdo com base em Bardin (2011). As categorias de análise foram elaboradas a partir dos referenciais teóricos adotados nesta pesquisa. Os resultados indicaram que as relações CTS recebem um espaço pouco expressivo nas obras didáticas analisadas e a forma como foram abordadas reflete uma visão de ciência e tecnologia socialmente neutras. Predominou, nesses materiais, uma abordagem da ciência e da tecnologia desvinculadas da apreciação quanto às suas repercussões sobre o meio social e natural. Dimensões essenciais, como os valores e os interesses sociais que as condicionam, as controvérsias envolvidas, as relações de interdependência entre ciência e tecnologia foram omitidas. No que diz respeito às propostas de atividades, privilegiaram-se, nos livros investigados, tarefas convencionais de leitura, de verificação e de fixação de conteúdos, as quais não estimulam o protagonismo estudantil em sala de aula, nem fomentam a aprendizagem da participação social em assuntos relacionados à ciência e à tecnologia. Esse tipo de abordagem pode ser explicada pela ausência de uma política pública de produção de material didático que valorize e requisite em seu processo avaliativo a inserção das imbrincadas relações CTS. Diante disso, sugere-se a incorporação crítica e ampliada das inter-relações CTS nos manuais didáticos dos anos iniciais. O modelo teórico para análise de livros didáticos proposto neste trabalho emerge de maneira propositiva para ser utilizado como um roteiro para a produção e/ou a reformulação de materiais didáticos. Tal modelo apresenta parâmetros para nortear a reflexão, problematização e reconhecimento de diferentes aspectos a serem contemplados em discussões CTS. Além disso, como fruto desta pesquisa, disponibiliza-se aos professores dos anos iniciais, um caderno pedagógico contendo orientações teórico-metodológicas, roteiro CTS para análise de obras didáticas e proposição de atividades sob o enfoque CTS, com o intuito de auxiliar a avaliação de livros didáticos de ciências e subsidiar a construção de práticas pedagógicas de orientação CTS. Reitera-se a necessidade do investimento em formação docente continuada, nas quais sejam privilegiadas a interação, a reflexão e o apoio de professores formadores na concretização de um ensino mais crítico em relação às dimensões sociais do desenvolvimento científico-tecnológico.

Palavras-chave: Livro Didático. Ensino de Ciências. Anos iniciais do Ensino Fundamental. Ciência-Tecnologia-Sociedade.

ABSTRACT

VIECHENESKI, J. P. **Relationships between science, technology and society in integrated textbooks of the humanities and nature for the initial years of elementary education.** 2019. 316 p. Thesis (Doctorate in Teaching of Science and Technology) - Federal University of Technology - Paraná, Ponta Grossa, 2019.

The striking presence of textbooks in the public schools of basic education, their massive use and their relevance to teaching practices, opened space for the study of integrated didactic manuals of human sciences and nature, focusing on interrelationships science-technology-society. In this perspective, the objective of this research was to analyze the possible approaches related to the STS interrelations in integrated textbooks of the humanities and nature of the PNLD 2016, of the 4th year of Elementary School. It was assumed that the didactic collections of science reflect different understandings about science and its relations with technology and society and these relations are not always explicit and are critically problematized in these materials. The methodological approach was qualitative in nature and we opted for the use of content analysis techniques based on Bardin (2011). The analysis categories were elaborated from the theoretical references adopted in this research. The results indicated that the STS relations receive an inexpressive space in the didactic works analyzed and the way they were approached reflects a vision of socially neutral science and technology. In these materials, an approach from science and technology unrelated the appreciation of its repercussions on the social and natural environment prevailed. Essential dimensions, such as the values and social interests that condition their development, the controversies involved, the interdependence relations between science and technology have been omitted. With regard to the proposed activities, conventional reading, checking and content assignments were favored in the books investigated, which do not stimulate student protagonism in the classroom, nor do they promote the learning of social participation in subjects related to science and technology. This type of approach can be explained by the absence of a public policy for the production of didactic material that values and demands in its evaluation process the insertion of the STS relations. Therefore, it is suggested the critical and expanded incorporation of the STS interrelationships in didactic manuals of the initial years. The theoretical model for the analysis of textbooks proposed in this paper emerges in a propositional way to be used as a roadmap for the production and/or reformulation of didactic materials. Such model presents parameters to guide the reflection, problematization and recognition of different aspects to be contemplated in STS discussions. In addition, as a result of this research, the teachers of the initial years are offered a pedagogical book containing theoretical and methodological guidelines, a STS script for analysis of didactic works and proposition of activities under the STS approach, with the purpose of assisting the evaluation of science textbooks and subsidize the construction of pedagogical practices of STS orientation. It reiterates the need for investment in continuing teacher training, in which the interaction, reflection and support of teachers educators are favored in the achievement of a more critical teaching in relation to the social dimensions of scientific and technological development.

Keywords: Didactic Book. Science teaching. Early years of Elementary School. Science-Technology-Society.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Educação CTS	37
Figura 2 - Síntese das etapas da pesquisa	129
Figura 3 - Córrego poluído em Nova Era, Minas Gerais, 2011.....	239
Figura 4 - Rap do lixo	240
Figura 5 - Soando no vento	242
Figura 6 - Exploração de minério de ferro em Minas Gerais	243
Figura 7 - Exemplos de desequilíbrio ambiental.....	244
Figura 8 - Efeitos da evolução da tecnologia no mundo.....	250

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Nove aspectos da abordagem de CTS	38
Quadro 2 - Categorias de ensino de CTS	38
Quadro 3 - Algumas características das propostas CTS para a formação cidadã	74
Quadro 4 - Demonstrativo físico-financeiro do PNLD 2016.....	120
Quadro 5 - Matriz de Análise.....	132
Quadro 6 - Codificação do material.....	141
Quadro 7 - Critérios eliminatórios comuns a todas as áreas.....	149
Quadro 8 - Coleções didáticas integradas de ciências humanas e da natureza aprovadas e divulgadas no Guia de Livros Didáticos 2016 (BRASIL, 2015).....	158
Quadro 9 - Temas presentes nos LD analisados	164
Quadro 10 - Total de indicadores das dimensões A e B explícitos e implícitos contemplados nos LD analisados.....	165
Quadro 11 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra	167
Quadro 12 - Total de indicadores das dimensões A e B explícitos e implícitos contemplados nos LD do aluno e no Manual do Professor	172
Quadro 13 - Frequência de indicadores por tema em cada obra	177
Quadro 14 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra na categoria Natureza da prática científico-tecnológica	184
Quadro 15 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra na categoria Natureza da Sociedade	201
Quadro 16 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra na categoria Influências CTS	207
Quadro 17 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra na categoria Propostas para a compreensão das inter-relações CTS	235
Quadro 18 – Tipos de propostas identificadas nos LD.....	236

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Avaliação Nacional da Alfabetização
ANRESC	Avaliação Nacional do Rendimento Escolar
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
LD	Livro Didático
MEC	Ministério da Educação
OEA	Organização dos Estados Americanos
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PLACTS	Pensamento Latino Americano em CTS
PNAIC	Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
SEB	Secretaria de Educação Básica
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	22
2.1 A EMERGÊNCIA DE UMA NOVA COMPREENSÃO SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	22
2.1.1 O Movimento CTS	25
2.2 O ENFOQUE CTS NA EDUCAÇÃO: PROPÓSITOS E SIGNIFICADOS	33
2.2.1 Educação CTS para a Formação Cidadã	49
2.3 O ENFOQUE CTS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	76
2.3.1 Possibilidades e Contribuições	81
2.3.2 Limitações e Desafios	85
3 O LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS	94
3.1 RELEVÂNCIA E PAPEL DOS LIVROS DIDÁTICOS	95
3.2 LIMITAÇÕES E CRÍTICAS REFERENTES AOS LIVROS DIDÁTICOS	99
3.3 O PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO E DO MATERIAL DIDÁTICO	117
4 CAMINHO METODOLÓGICO	123
4.1 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	123
4.1.1 A Análise de Conteúdo	125
4.1.2 As etapas da Pesquisa	128
5 A AVALIAÇÃO OFICIAL DOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS PARA OS ANOS INICIAIS	145
5.1 OS CRITÉRIOS AVALIATIVOS PARA A ÁREA DE CIÊNCIAS NO PNLD 2016	145
5.2 O GUIA DAS COLEÇÕES DIDÁTICAS INTEGRADAS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA APROVADAS PELO PNLD 2016	156
5.2.1 As Resenhas das Coleções Didáticas Integradas de Ciências Humanas e da Natureza, para os 4º e 5º anos do Ensino Fundamental Aprovadas pelo PNLD 2016	159
6 AS ABORDAGENS RELATIVAS ÀS INTER-RELAÇÕES CTS EM LIVROS DIDÁTICOS INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA	163
6.1 AS INTER-RELAÇÕES CTS NOS LIVROS DIDÁTICOS INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA	163
6.2 NATUREZA DA PRÁTICA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA	182
6.3 NATUREZA DA SOCIEDADE	200
6.4 INFLUÊNCIAS CTS	207
6.5 PROPOSTAS PARA A COMPREENSÃO DAS INTER-RELAÇÕES CTS	234
6.6 RELAÇÕES ENTRE CATEGORIAS E DIMENSÕES DE ANÁLISE: UM “RETRATO” DOS LIVROS DIDÁTICOS INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA	268
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	278
REFERÊNCIAS	284

APÊNDICE A – MATRIZ DE ANÁLISE – PRIMEIRA VERSÃO.....	302
APÊNDICE B – QUESTIONAMENTOS PARA A VALIDAÇÃO DA MATRIZ DE ANÁLISE E SUGESTÕES DOS AVALIDORES.....	305
APÊNDICE C – MATRIZ DE ANÁLISE – VERSÃO FINAL.....	309
APÊNDICE D – QUESTIONAMENTOS PARA A VALIDAÇÃO DO PRODUTO FINAL DA TESE E SUGESTÕES DOS AVALIADORES.....	312

1 INTRODUÇÃO

As contradições sociais e as transformações científico-tecnológicas que marcam o mundo contemporâneo suscitam desafios e consequências negativas para as quais as tentativas de respostas e soluções não constituem tarefas fáceis. Requistam sujeitos e coletivos sociais capazes de sensibilizar-se, de indignar-se e de reagir diante das situações que depõem contra a vida, como por exemplo, os desastres ambientais, o problema da poluição do ar, da água e do solo, a produção exacerbada de lixo, a violência, a desigualdade social, entre tantos outros.

Sinalizam o necessário fortalecimento dos vínculos da população com seu meio social e natural e a emergência da construção de novas relações nesse cenário. Relações essas mais participativas, solidárias, responsáveis e éticas, em favor do bem comum e da equidade social, as quais implicam uma compreensão das problemáticas atuais e a superação de uma cultura passiva para dar lugar a uma participação pública ativa na vida social e política.

Embora o universo escolar se configure como apenas um dos espaços que pode colaborar para a formação humana e para o exercício de uma cidadania ativa, sua contribuição é imprescindível. Os conhecimentos, as capacidades e os valores que nele se constroem, ampliam nossas possibilidades de compreensão do mundo e de aprendizagem em outros contextos ao longo da vida.

No âmbito da educação científica com enfoque CTS, as práticas educativas vêm se constituindo com o propósito de favorecer a construção de conhecimentos, de capacidades cognitivas e sociais e de formação de valores éticos e humanos, como meio de ampliar a compreensão e o envolvimento ativo dos sujeitos no dimensionamento e na busca de soluções para os problemas reais do seu entorno social, relacionados à ciência e à tecnologia.

Em termos do processo de ensino e aprendizagem, a educação científica com enfoque CTS envolve um exercício contínuo de buscar trabalhar as dimensões científicas e tecnológicas, em conjunto com as dimensões sociais (políticas, econômicas, culturais, éticas, históricas, ambientais. etc.), de modo a problematizar os objetos de estudo em suas múltiplas relações e apreendê-los de maneira contextualizada e interdisciplinar. Alicerçada em práticas dialógicas problematizadoras, reflexivas e democráticas, essa abordagem pode favorecer um entendimento crítico das problemáticas sociais e da condição existencial humana,

assim como pode contribuir para a construção de uma cultura de participação pública em questões científico-tecnológicas, conforme sinalizam os trabalhos de Auler (2007; 2011), Santos (2007a; 2008; 2012), Von Linsingen (2007), Strieder (2012), Reis (2013), Marques e Reis (2017), entre outros.

Isso implica um novo olhar sobre o processo de ensino, que deixa de enfatizar “[...] conteúdos distantes e fragmentados, baseados em conhecimentos supostamente neutros e autônomos”, e passa a realçar situações cotidianas que emergem dos cenários socioculturais dos estudantes (VON LINSINGEN, 2007, p. 13). Demanda uma postura política e epistemológica que compreende a educação como forma de intervir no mundo (FREIRE, 2002a) e a ciência e a tecnologia como processos socialmente constituídos, marcados por interesses e valores sociais, culturais, políticos e econômicos (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009; AULER, 2011; BAZZO; PEREIRA; BAZZO, 2014).

Cabe destacar que as concepções que os docentes possuem sobre a ciência, a tecnologia e suas inter-relações com a sociedade, bem como as suas concepções sobre educação de modo geral, e sobre o ensino de ciências, em particular, influenciam diretamente as suas práticas pedagógicas, favorecendo ou limitando processos de ensino e aprendizagem, como apontam diversos pesquisadores (PRAIA, CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002; MONTEIRO; TEIXEIRA, 2004; ROSA; PEREZ; DRUM, 2007; LONGHINI, 2008; ROSA; CARLETTO, 2009; MEGID NETO; ROCHA, 2010).

Sobre essa questão, algumas considerações podem ser elencadas, tendo em vista que uma série de elementos contribui tanto na construção das concepções teóricas, quanto nas opções didático-metodológicas que os professores assumem no exercício da docência: primeiro – apesar do reconhecimento da importância do ensino de ciências pelos pesquisadores, professores e documentos oficiais, os quais reiteram o papel da escola na inserção dos sujeitos à cultura científica (UNESCO, 2005; BRASIL, 1997; CARVALHO *et al.*, 1998; LORENZETTI, 2005; LIMA; MAUÉS, 2006, entre outros), as pesquisas em educação em ciências nos anos iniciais do ensino fundamental vêm apontando vários desafios para a construção de práticas em sintonia com os pressupostos CTS, como a ausência de processos formativos que contemplem a área de ciências e as relações CTS, o despreparo docente em relação aos fundamentos conceituais e metodológicos para o ensino de ciências e para a abordagem de temas CTS, as concepções ingênuas acerca da ciência, da

tecnologia e da natureza do trabalho científico, entre outras (LONGHINI, 2008; SILVA; MARCONDES, 2013; COSTA; MARTINS, 2016; VISSICARO; FIGUEIRÔA; ARAÚJO, 2016; FABRI, 2017). Segundo - as discussões sobre o enfoque CTS nos anos iniciais ainda são incipientes no âmbito das investigações brasileiras, conforme mostram as pesquisas realizadas por Fernandes e Megid Neto (2016) e Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2015). E é necessário considerar, também, que muitos dos resultados de estudos não chegam aos professores, seja pela sua circulação restrita ao campo da academia ou pela ausência de maior divulgação dessas produções (MEDIG NETO; FRACALANZA, 2006), de maneira que os professores acabam contando com poucas referências teórico-práticas de implementação do ensino de ciências com viés CTS nos primeiros anos do ensino fundamental. Terceiro – um conjunto de estudos sobre livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio mostram que, embora existam iniciativas na inclusão de temáticas CTS nas obras didáticas, o espaço reservado para tais discussões é pouco expressivo (AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009; PASCHINI NETO, 2011; CANHETE, 2011; ARAÚJO, 2012; FERNANDES, 2013; COSTA, 2013; SALLA, 2016). Além disso, há livros que revelam concepções equivocadas sobre a ciência e veiculam uma imagem mítica do cientista, disseminando uma visão distorcida e fantasiosa da ciência e do trabalho científico (GÜLLICH; SILVA, 2013).

Apesar de não se constituírem como únicos instrumentos do trabalho docente, as obras didáticas têm lugar garantido nas escolas da educação básica mediante o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), e desempenham um importante papel de referência tanto teórica, quanto metodológica para muitos docentes (SELLES; FERREIRA, 2004; FERNANDEZ; SILVA, 2008; PINHÃO; MARTINS, 2013).

Levando-se em conta essas e outras considerações provenientes da prática de ensino de ciências nos anos iniciais, os livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza, do triênio PNLD 2016-2018, destinados ao ensino fundamental I, constituíram-se em objeto de estudo nesta pesquisa.

O interesse em investigar os livros didáticos emergiu da identificação de lacunas no âmbito do ensino de ciências nos anos iniciais. No Curso de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), desenvolvi uma pesquisa voltada à

proposição de caminhos para a iniciação à alfabetização científica de crianças em processo de apropriação do sistema de escrita alfabética (VIECHENESKI, 2013). No decorrer desse trabalho, um dos desafios foi encontrar material didático adequado à temática CTS abordada e à faixa etária dos alunos, o que exigiu muita pesquisa e criatividade para adaptar e produzir novos materiais e atividades.

A necessidade de materiais com enfoque CTS também foi evidenciada em minha atuação como docente do curso de formação continuada de professores alfabetizadores - Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC), promovido pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no qual atuei durante o período de 2013 a 2014. Nesse trabalho, as professoras dos anos iniciais explicitavam a necessidade de conhecimentos teóricos para a implementação de um processo de alfabetização em uma perspectiva interdisciplinar e solicitavam exemplos práticos e materiais didáticos que apoiassem suas intervenções em sala de aula, tanto nas áreas de língua portuguesa e matemática, quanto nas demais áreas do conhecimento.

Entendo que a dificuldade em encontrar materiais da área de ciências com orientação CTS para crianças pode estar relacionada ao fato de que as pesquisas educacionais brasileiras nessa área ainda são incipientes. Há que se considerar, também, a hipótese de que as coleções didáticas podem não privilegiar as relações CTS pela ausência de políticas públicas de produção de materiais didáticos com esse enfoque.

Cabe mencionar que o PNAIC trouxe à baila a preocupação com a alfabetização, entendida como processo que precisa ocorrer de modo contextualizado e articulado às diversas áreas do conhecimento. Entre suas ações, o Pacto se propôs a fornecer materiais didáticos e pedagógicos de apoio aos professores e foi nesse cenário, que o Edital 02/2014 (BRASIL, 2014) - que regulamentou a inscrição e avaliação das coleções didáticas destinadas aos anos iniciais do ensino fundamental, no âmbito do PNLD 2016, lançou uma nova modalidade de livros didáticos para os anos iniciais – as coleções integradas de ciências humanas e da natureza.

Esses novos livros, não somente pela novidade que representam no meio educacional, mas, sobretudo pela tarefa a que se propõem – contribuir para a abordagem de conteúdos integrados em grandes áreas do conhecimento e articulados aos processos de letramento e alfabetização da língua materna (BRASIL,

2014) –, despertaram-me a curiosidade e o interesse em investigá-los, quanto às suas abordagens no que diz respeito às inter-relações CTS.

Com o propósito de verificar, na literatura, as produções acerca desse tema, realizamos uma pesquisa exploratória (VIECHENESKI, SILVEIRA; CARLETTO, 2018) utilizando duas fontes de pesquisa: o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e o Banco de Teses e Dissertações da Capes, considerando o período de 2010 a 2017.

No Banco de Teses e Dissertações foram localizados 38 trabalhos. Após verificação da adequação ao critério de discutir as inter-relações em obras didáticas da área de ciências da natureza, identificaram-se apenas 07 pesquisas. Tais estudos investigaram livros didáticos de ciências dos anos finais do ensino fundamental (PASCHINI NETO, 2011; CANHETE, 2011; ARAÚJO, 2012) e obras destinadas ao ensino médio, das áreas de biologia (COSTA, 2013; SALLA, 2016), física (FERNANDES, 2013) e química (TOQUETTO, 2016). Não foi localizado nenhum trabalho sobre o tema nos anos iniciais do ensino fundamental.

No Portal de Periódicos da Capes o levantamento abrangeu todas as bases de dados disponíveis e selecionaram-se somente os artigos de periódicos revisados por pares. Um total de 455 publicações foram localizadas. Após a leitura dos títulos e dos resumos, encontraram-se 07 artigos diretamente relacionados ao tema, sendo que desses, apenas 02 discutiram as relações CTS nos livros didáticos de ciências destinados às primeiras etapas da educação básica e nenhum se referiu à realidade brasileira.

Assim, constatou-se, na literatura, uma lacuna em relação à pesquisa sobre a abordagem das inter-relações CTS nos materiais didáticos destinados aos professores e alunos dos anos iniciais do ensino fundamental.

A importância de se investigar esse tema é confirmada no posicionamento de vários autores (CARNEIRO; SANTOS; MÓL, 2005; MEGID NETO; FRACALANZA, 2006; MARTINS, 2012) que manifestam o entendimento de que os livros didáticos exercem um papel fundamental na estruturação da educação escolar, que em conjunto com outros elementos, reforçam ou alteram práticas pedagógicas e compreensões sobre a ciência e seu ensino.

Selles e Ferreira (2004) mencionam o livro didático como um “colaborador silencioso”, que orienta o desenvolvimento das ações pedagógicas, na medida em que colabora não somente na seleção de conteúdos, mas também na sua

organização didático-metodológica. Ideia que também é compartilhada por outros pesquisadores como Ossak e Bellini (2009), Güllich e Silva (2013) e Monteiro e Bizzo (2014).

Verifica-se, dessa maneira, a pertinência de se buscar conhecer como as obras didáticas dos anos iniciais tratam as relações entre a tríade ciência-tecnologia-sociedade, pois o modo como são abordadas nesses materiais exerce influência sobre como os professores compreendem essas interações e as trabalham em sala de aula, principalmente, ao considerar que diante do pouco “[...] investimento e de insuficiência da formação inicial e continuada da maioria dos professores, o livro didático passa a ser um dos principais agentes de formação e legitimação das ações docentes” (PINHÃO; MARTINS, 2013, p. 79)

Diante deste contexto, a problemática que levanto é a seguinte: Quais abordagens os livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do PNL D 2016, destinados ao 4º ano do Ensino Fundamental, apresentam no que se refere às inter-relações CTS?

Parto do pressuposto de que as coleções didáticas de ciências refletem diferentes entendimentos acerca da ciência e de suas relações com a tecnologia e a sociedade; nem sempre essas relações encontram-se explícitas e são criticamente problematizadas nesses materiais.

Nesse viés, apoiando-me em pesquisadores como Carneiro, Santos e Mól (2005), Megid Neto e Fracalanza (2006), e Martins (2012) entendo que os livros didáticos podem contribuir para divulgar e encorajar práticas pedagógicas em consonância com os pressupostos CTS ou podem reforçar uma visão reducionista da ciência, da tecnologia e do seu ensino.

Por um lado, considero que ainda que explicitem uma orientação CTS e exerça um papel importante em sala de aula, as coleções didáticas não garantirão que propostas de ensino com enfoque CTS sejam concretizadas no contexto escolar. Por outro, entendo que têm uma contribuição importante a dar, colaborando ao lado de processos formativos iniciais e continuados, para a construção de concepções críticas e contextualizadas a respeito da atividade científico-tecnológica e para a divulgação de práticas pedagógicas de orientação CTS.

Desse modo, o objetivo geral desta tese resultou em: analisar em livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do PNL D 2016, do 4º ano do Ensino Fundamental, as possíveis abordagens relativas às inter-relações CTS.

Em função disso, propus como objetivos específicos:

a) analisar os critérios estabelecidos para a área de ciências quanto à presença do enfoque CTS, no edital que regeu a inscrição e avaliação dos livros didáticos no PNLD 2016;

b) mapear, nos livros didáticos, os temas que estabelecem relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade;

c) identificar se os textos e propostas de atividades sugeridas nos livros didáticos contemplam as inter-relações CTS;

d) elaborar um caderno pedagógico destinado aos professores dos anos iniciais contendo: i) orientações teórico-metodológicas complementares e/ou alternativas às obras didáticas, para o desenvolvimento de um trabalho pedagógico sob o enfoque CTS em uma perspectiva crítica; ii) roteiro para análise do livro didático, com questionamentos que contribuam para a problematização e leitura crítica do material didático no que se refere aos aspectos da ciência, tecnologia e suas interações com a sociedade; iii) proposições de atividades pedagógicas para o ensino de ciências nos anos iniciais, sob o enfoque CTS, a partir de temática contemporânea sugerida nos livros didáticos analisados.

Entende-se que, por meio da análise sistematizada dos livros didáticos, será possível desvelar concepções, limitações, discutir possibilidades, implicações e visualizar caminhos para o ensino de ciências sob o enfoque CTS nos anos iniciais.

Nesse enquadramento, este trabalho traz como contribuições apontamentos para a melhoria da qualidade das obras didáticas nesse nível de ensino, posto que se debruçou sobre aspectos fundamentais da área da educação em ciências, que uma vez presentes nos materiais didáticos, podem subsidiar o trabalho docente em uma perspectiva de ensino para a cidadania, em que visões fragmentadas, autônomas e neutras da ciência e da tecnologia são superadas e os diversos aspectos sociais que as envolvem são contemplados e problematizados a partir de temas/problemas que afligem a sociedade.

Também são colocados em pauta os encaminhamentos metodológicos e as propostas de atividades presentes nos livros didáticos, discutindo-se as suas contribuições e limitações para o entendimento das relações CTS, para o desenvolvimento da criticidade e da aprendizagem da participação em assuntos relativos à ciência e à tecnologia.

Nesse aspecto, assumo o posicionamento de que a educação de modo geral e a educação em ciências, particularmente, têm a tarefa de contribuir, ao lado de outros espaços sociais, para a construção de conhecimentos, para instigar a curiosidade e o espírito científico dos alunos e para ensiná-los a vivência democrática, de maneira que, desde cedo, possam reconhecer e exercer possibilidades de intervenção no meio social, como formas legítimas de atuar na luta por seus direitos e no exercício de suas responsabilidades, tendo em vista os propósitos da concretização de uma sociedade mais humana, mais justa, ética e sustentável.

Os livros didáticos, por seu turno, podem servir de apoio acerca das possibilidades de ensino comprometidas com as questões sociais, que estão imbricadas na produção do conhecimento científico-tecnológico. Ou seja, as coleções didáticas podem ser um meio de apresentar e divulgar amplamente concepções e sugestões de ensino em sintonia com os resultados e as contribuições das pesquisas em educação em ciências, desde que essas sejam contempladas na produção e/ou na revisão das obras didáticas.

Nesse ponto, observa-se a relevância deste trabalho: mais do que ampliar o debate acerca das obras didáticas de ciências para os anos iniciais e apontar suas limitações e contribuições - que poderão ser consideradas seja na reformulação e/ou na produção de novos livros, apresenta-se um modelo teórico para a análise de livros didáticos quanto às inter-relações CTS. Esse modelo, utilizado na análise das obras didáticas no âmbito desta pesquisa, foi elaborado a partir do referencial teórico CTS e de conhecimentos provenientes de outras pesquisas que se dedicaram à análise de livros didáticos da área das ciências da natureza.

Como um segundo produto desta tese, apresenta-se um caderno pedagógico destinado aos professores dos primeiros anos do ensino fundamental. Tal material é produzido com o intuito de despertar reflexões e favorecer o exercício da leitura crítica do livro didático de ciências, de modo a colaborar para que as práticas de avaliação e de escolha das obras por parte dos professores seja pautada em critérios que se assentam em fundamentos essenciais da área de ciências. Almeja-se, também, que sirva de suporte à criação de novas propostas voltadas à educação em ciências com enfoque CTS. Longe de ser visto como um modelo, elaborado para os docentes sem a sua participação e consideração de sua realidade, espera-se que esse caderno seja entendido e utilizado como um recurso

de apoio e, principalmente, como um convite à reflexão e à construção de novos materiais, esses sim, construídos pelos próprios professores, a partir do seu contexto sociocultural e das singularidades de suas escolas e de seus alunos.

Entende-se que, isoladamente, esse material não assegura que os professores desenvolvam propostas sustentadas no enfoque CTS, pois elas demandam mudança de postura epistemológica e de práticas educativas, que implicam compreensão dos pressupostos teóricos, metodológicos e sua transposição para a sala de aula. Contudo, considera-se que esse caderno contribui para a formação docente (inicial e continuada), na medida em que traz subsídios teórico-metodológicos para o desenvolvimento de práticas pedagógicas com orientação CTS, apresenta exemplos de atividades considerando as dimensões sociais da ciência e da tecnologia e traz questionamentos que auxiliam a refletir e a problematizar os livros didáticos no que se refere às inter-relações CTS. Salienta-se a importância do investimento em formação docente, como meio de construção coletiva de conhecimentos quando há possibilidades de interação, diálogo e troca de experiências e de saberes entre pares e professores formadores, o que pode favorecer as mudanças necessárias nas práticas educativas.

Tendo em vista os objetivos desta pesquisa, busquei uma metodologia que contribuísse para a interpretação e compreensão mais aprofundada do objeto de estudo, no sentido de compartilhar seus significados e avançar no entendimento e na construção de práticas educativas sob o viés CTS. Nessa perspectiva, a abordagem metodológica deste trabalho foi de natureza qualitativa, e optei pelo uso de técnicas de análise de conteúdo com base em Bardin (2011).

Para compor o *corpus* de análise, selecionei os livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza, do 4º ano do ensino fundamental, destinados aos professores, e de modo complementar, o Edital 02/2014, que regulamentou a avaliação das obras didáticas do PNLD 2016.

É oportuno realçar que a opção pela análise de conteúdo se deu em virtude do propósito desta pesquisa, que busca verificar a maneira como as inter-relações CTS são abordadas nas coleções didáticas. Portanto, o foco desta investigação está voltado para o conteúdo dos textos dos livros didáticos, e para interpretá-lo foram elaboradas categorias de análise, a partir dos referenciais teóricos adotados nesta pesquisa.

Cabe ainda esclarecer que, no âmbito deste trabalho, a despeito das críticas que a análise de conteúdo recebe, as quais apontam para fundamentos em bases positivistas, centrados na ideia de neutralidade do método como garantia de objetividade e resultados precisos, conforme relatado por Gonçalves (2016), os procedimentos aqui adotados partiram da consideração do sujeito no processo de construção de conhecimentos, entendendo a interação existente entre o pesquisador e o seu objeto de análise, e concebendo a produção científica como atividade social não neutra, sobre a qual diferentes aspectos - próprios das relações humanas e dos contextos socioculturais - exercem influência.

Para contemplar os objetivos propostos, o presente trabalho foi estruturado da seguinte maneira: o capítulo 1 fornece subsídios à investigação, contempla as principais questões que levaram ao surgimento de uma nova compreensão acerca da ciência, da tecnologia e de suas inter-relações com a sociedade. Aborda os estudos CTS no campo educacional, evidenciando os objetivos e significados que vêm recebendo nesse contexto. Apresenta a educação em ciências sob o enfoque CTS como um caminho possível e viável à formação para a cidadania, que solicita mudanças no que tange à postura epistemológica e didático-pedagógica dos professores. Sendo assim, discute quais mudanças são necessárias e quais as características de uma proposta de ensino de ciências sob o viés CTS. Por fim, aborda acerca do ensino de ciências sob o enfoque CTS no ensino fundamental I, evidenciando sua importância, contribuições e desafios.

No capítulo 2, o livro didático de ciências é discutido quanto à sua relevância e função no processo de ensinar e aprender, a partir de referenciais que o analisaram. É explicitado, também, um conjunto de investigações que apontaram críticas e limitações das obras didáticas, com ênfase àquelas que buscaram verificar como as inter-relações CTS estavam contempladas nos livros didáticos. No mesmo capítulo, são apresentadas as principais características do Programa Nacional do Livro e do Material Didático.

No capítulo 3, são descritas as opções metodológicas e as etapas da pesquisa, detalhando-se os motivos que guiaram a escolha da amostra do estudo, os procedimentos utilizados para coleta dos dados e os parâmetros que orientaram a análise e a interpretação dos dados da pesquisa.

O capítulo 4 contempla a análise do processo de avaliação oficial em que foram submetidas as coleções didáticas integradas de ciências, aprovadas no

âmbito do PNLD 2016. A ideia foi analisar quais critérios para a área de ciências foram considerados na avaliação oficial das obras didáticas de ciências para os anos iniciais, procurando identificar se os pressupostos CTS foram contemplados nesse processo avaliativo. Para tanto, foi investigado o Edital 02/2014 (BRASIL, 2014) - que regeu a inscrição e a avaliação dos livros didáticos no PNLD 2016. De maneira complementar, foram analisadas as resenhas das coleções didáticas integradas de ciências humanas e da natureza, destinadas ao ensino fundamental I, divulgadas no Guia de Livros Didáticos 2016.

O capítulo 5 apresenta a análise das obras didáticas investigadas, tendo por referência a literatura pesquisada, para apontar as abordagens que os livros didáticos de ciências humanas e da natureza dão às relações CTS e quão próximos ou distantes se encontram de um ensino de ciências contextualizado, voltado à compreensão das recíprocas relações CTS.

Por fim, nas Considerações Finais é exposta uma síntese desta pesquisa e associada a ela, reflexões sobre o ensino de ciências com enfoque CTS. São apresentadas, também, as limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2 O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Construir uma visão crítica de ciência e de tecnologia em suas inter-relações com a sociedade requer um processo de desconstrução de uma imagem tradicional e essencialista que permaneceu (e permanece) presente em diversos campos de atuação social, tais como da pesquisa, das políticas públicas, do meio educacional, entre outros. Implica assumir uma postura questionadora e um novo posicionamento epistemológico, que concebe a produção científico-tecnológica como um processo histórico e socialmente constituído.

Em face disso, com o intuito de elucidar perspectivas de referência e de aprofundamento teórico para compreender e problematizar possibilidades e desafios da educação científica sob o enfoque CTS, este capítulo parte de uma apresentação sobre a emergência das discussões e dos antecedentes sócio-históricos que potencializaram o surgimento do movimento CTS; os estudos CTS no âmbito da educação científica, com os propósitos e significados que vêm recebendo; e sobre o enfoque CTS no contexto dos anos iniciais do ensino fundamental.

2.1 A EMERGÊNCIA DE UMA NOVA COMPREENSÃO SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

O desenvolvimento científico-tecnológico marca profundamente o cotidiano de toda sociedade produzindo transformações na vida pessoal, social, cultural e profissional. É responsável por avanços em diferentes setores da vida humana. Contudo, é importante ponderar que os modelos que o embasam nem sempre estão em consonância com os valores humanos, éticos e democráticos e nem sempre geram apenas benefícios, mas também implicações e consequências negativas (MARTINS; PAIXÃO, 2011; CACHAPUZ, 2011; BAZZO, 2014).

A população, por sua vez, ao vivenciar a presença marcante do domínio da ciência e da tecnologia, somada à exaltação que a mídia faz das suas virtudes e a exploração do discurso da ciência para enaltecer e vender produtos, comumente manifesta reações de encantamento e de plena confiança no papel das produções científicas e tecnológicas para o progresso da humanidade, como se elas fossem capazes de oferecer soluções para todos os problemas e de tornar a vida de todos melhor e mais feliz (BAZZO, 2014).

De acordo com Bazzo (2014, p. 109), essa confiança excessiva pode ser perigosa, pois pode distanciar a ciência e a tecnologia dos aspectos sociais, econômicos, políticos e éticos que as envolvem. O reconhecimento acerca das suas contribuições, não pode cegar as pessoas, levando-as a acreditar que essas são sempre “[...] amigas leais, que arrastam consigo apenas benesses para a sociedade”.

É preciso ter claro que o desenvolvimento científico-tecnológico é um empreendimento humano construído socialmente, que incorpora interesses, muitas vezes, de grupos econômicos dominantes, cuja preocupação central é a maximização dos seus lucros, em detrimento das necessidades da maioria dos sujeitos (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; CASSAB, 2008; AULER, 2011). Um exemplo muito claro disso, denunciado por Seiler¹ (1998, p. 53 *apud* AULER, 2011, p. 83) diz respeito ao esforço das companhias químicas que se envolvem em questões de biotecnologia agrária, com foco não em “melhorar a resistência de plantas cultivadas contra pestes e doenças, mas sim em aperfeiçoar a tolerância destas sementes contra pesticidas produzidos pela mesma companhia”. Ou seja, o desenvolvimento da tecnociência² voltado ao interesse econômico.

É necessário considerar, ainda, que os propósitos e interesses sociais, políticos, econômicos e militares que impulsionam as inovações tecnológicas e seus usos, também envolvem riscos e produzem impactos sociais e ambientais, como por exemplo: degradação ambiental, efeitos da contaminação industrial pelos usos de produtos químicos, produção de armamento de destruição em massa, acumulação de capital por uma minoria da população mundial, entre outros (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; CACHAPUZ, 2011; BAZZO, 2014).

Por outro lado, também seria ingênuo considerar que os avanços científico-tecnológicos são os causadores de todos os riscos e problemas que afetam o planeta. Sobre essa questão, Vilches e Gil (2003) destacam que é preciso criticar tanto a visão que entende a ciência e a tecnologia como propulsoras absolutas do

¹ SEILER, A. Biotecnologia e Terceiro Mundo: interesses econômicos, opções técnicas e impacto socioeconômico. *In*: ARAÚJO, H. R. de. **Tecnociência e cultura**: ensaios sobre o tempo presente. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

² Neste trabalho, entende-se a tecnociência tal como defendida por Von Linsingen (2007, p. 7-8) para quem “a tecnociência não se resume a uma contração das palavras ciência e tecnologia, mas significa que ambas perdem identidade como atividades separadas e autônomas em favor da percepção de indissociabilidade, de atividade social, cultural e ambientalmente referenciada e comprometida, que compõe o que se tem apropriadamente chamado de um tecido sem costura, marcada por interesses múltiplos e sujeita ao controle democrático”.

progresso, quanto àquela que as consideram as únicas responsáveis pelos problemas, pois ambas percebem a ciência e a tecnologia de modo descontextualizado, ignorando as dimensões sociais que permeiam a sua criação e utilização.

É importante que a população tenha uma compreensão clara sobre a ciência, a tecnologia e suas inter-relações com a sociedade, bem como sobre o papel transformador que elas desempenham em seu meio, com suas virtudes e consequências.

Nesse sentido, entende-se que todos os cidadãos precisam ter garantida uma aprendizagem que amplie sua capacidade de questionar a ciência, a tecnologia e seus processos, de avaliar suas implicações e de assumir um papel ativo nas decisões que influenciam, direta ou indiretamente, as suas vidas e a dos outros sujeitos (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; SANTOS, 2008; BAZZO, 2014;).

Do reconhecimento de que as inovações científico-tecnológicas interferem na vida de todos, é preciso avançar para a superação de uma postura de contemplação e aceitação passiva das decisões e dos resultados que envolvem a ciência e a tecnologia. Todos precisam se posicionar e ter direito a voz e vez, desconstruindo a percepção equivocada de que a definição dos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico é assunto reservado a um pequeno grupo de especialistas ou autoridades (AULER, 2011; BAZZO, 2014). Nessa perspectiva, Bazzo (2014, p. 120) comenta:

O engenheiro, o advogado, o médico, enfim, o cidadão comum precisa saber das implicações que tem o desenvolvimento tecnológico nas mudanças geradas na nossa forma de vida. Precisam desmistificar, no seu cotidiano, a 'pseudoautoridade' científico-tecnológica de alguns iluminados que, por terem tido acesso a uma educação mais apurada, por questão também de oportunidade e não apenas de competência, decidem os destinos de todos os que, como eles, fazem parte de uma sociedade.

Em um estado democrático todos podem participar e isso supõe: um entendimento contextualizado da ciência e da tecnologia; transparência no acesso à informação; tempo e possibilidades de participação em debates, com igualdade de oportunidades, de modo a permitir ao público o envolvimento ativo nos problemas e não apenas no processo final de decisão, que poderia já estar programado (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; BAZZO, 2014).

Vale ressaltar que para ampliar a participação pública é importante um processo educativo que forme os sujeitos para o exercício democrático e para a expansão da consciência coletiva e da percepção do posicionamento ético-político de diferentes grupos sociais em relação à ciência e à tecnologia³ (MARTINS; PAIXÃO, 2011; BAZZO, 2014;).

Nessa ótica e sob o entendimento de que aprender ciências é um direito e contribui para a formação de cidadãos capazes de compreender de maneira mais ampla a própria realidade e com conhecimentos para subsidiar a participação social responsável é que os pressupostos do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ganharam espaço no campo educacional. Mas o que é o movimento CTS?⁴

2.1.1 O Movimento CTS

Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) se refere ao estudo das intrincadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, constituindo um campo de trabalho com foco tanto na investigação acadêmica, quanto nas políticas públicas (PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2009). De acordo com Von Linsingen (2007, p. 1), o movimento CTS pode ser considerado um movimento mais amplo “relacionado a situações de intervenção social através de reivindicações ou interesses de mudança específicos”. Segundo o autor:

Está se tornando cada vez mais presente o uso da expressão ‘ciência, tecnologia e sociedade’ (CTS) em estreita associação com a percepção pública da atividade tecnocientífica, a discussão e definição de políticas públicas de C&T, o ensino de ciências e tecnologia, com pesquisa e desenvolvimento, a sustentabilidade, as questões ambientais, a inovação produtiva, a responsabilidade social, a construção de uma consciência social sobre a produção e circulação de saberes, a cidadania, e a democratização dos meios de produção. Enfim, com uma miríade de

³ Lembrando-se de que esse processo educativo é tarefa conjunta de toda escola e de todas as áreas, não apenas da educação em ciências. Além disso, a formação dos sujeitos conta com a contribuição da escola, mas, também, com a contribuição de outras instituições, como por exemplo: a família, as associações, os sindicatos, entre outros sujeitos/grupos sociais.

⁴ Optou-se por trazer uma breve revisão sobre o movimento CTS por entender que a construção de uma visão crítica sobre a ciência e tecnologia demanda a desconstrução de uma visão tradicional, neutra e a-histórica sobre elas. E como desconstruir essa visão sem problematizá-la? Sem trazer à tona, ainda que maneira sucinta, os questionamentos e as percepções sobre ciência e tecnologia desenvolvidas em diferentes momentos históricos? Revisitar a origem do movimento CTS é, portanto, um exercício que possibilita “re-ver” entendimentos sobre ciência, tecnologia e suas inter-relações com a sociedade, para problematizá-los no contexto atual e entender as suas permanências e mudanças, que se acham presentes em diferentes campos de atuação de modo geral, e, em particular, no campo educativo, manifestado, por exemplo, em discursos, propostas de ensino e livros didáticos, sendo que esses últimos constituem o objeto de estudo desta pesquisa.

aspectos da atividade humana, e que remete à consideração da natureza social do conhecimento científico-tecnológico em sua constituição e apropriação sociais (VON LINSINGEN, 2007, p. 1).

Nessa perspectiva, os estudos CTS se referem a um campo de trabalho que busca compreender as dimensões sociais da ciência e da tecnologia, tanto em relação aos aspectos sociais que interferem na mudança científico-tecnológica, quanto no que tange às suas repercussões sociais e ambientais (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003; VON LISINGEN, 2007).

Esses estudos emergiram nos anos finais da década de 1960 e início dos anos 1970, como uma resposta da comunidade acadêmica contra a “tradicional concepção essencialista e triunfalista da ciência e da tecnologia” (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 119). Tal concepção postula a ideia de que um maior desenvolvimento científico é capaz de gerar maior desenvolvimento tecnológico, que por sua vez, promove a geração de riquezas e, conseqüentemente, o bem-estar social. De acordo com Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003, p.120), essa visão pode ser sintetizada em uma equação, “o chamado ‘modelo linear de desenvolvimento’: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social”.

Nessa concepção tradicional, a ciência é entendida como um processo autônomo, objetivo e neutro, fundamentado na aplicação do método científico e de um “código de racionalidade distante de qualquer tipo de interferência externa”, ou seja, a ciência é vista como um empreendimento livre da influência de interesses sociais, políticos, econômicos, das opiniões, crenças e valores de qualquer ordem, e visa à descoberta de verdades, mediante a adequada aplicação do método científico (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 15).

De modo similar, a tecnologia, concebida como ciência aplicada, também é apresentada como neutra e autônoma, orientada por uma lógica interna. E tanto a ciência quanto a tecnologia são vistas como promotoras de melhorias, que conduzem necessariamente ao bem-estar social (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003; VON LINSINGEN, 2007).

A definição da tecnologia como ciência aplicada era comum no cenário acadêmico. Sob essa ótica, a tecnologia era vista como “conhecimento prático”, proveniente da ciência – “conhecimento teórico”. Imagem sustentada pelo Positivismo Lógico, conforme afirmam Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003, p. 41):

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. Em alguns casos, as teorias científicas – sob a lógica do positivismo – poderiam ser aplicadas gerando desse modo tecnologias. Não obstante, a *ciência pura* em princípio não tinha nada a ver com a tecnologia, posto que as teorias científicas eram um alvo anterior à qualquer tecnologia. Por este motivo não poder-se-ia dizer que existe uma determinada tecnologia sem uma teoria científica que a respalde. Porém, poderiam existir teorias científicas sem contar com tecnologias. Na literatura especializada, essa forma de ver a tecnologia é denominada de 'imagem intelectualista da tecnologia'.

Segundo os autores supracitados, a visão intelectualista entende as teorias científicas como empreendimentos neutros. Se a ciência é neutra, os frutos da sua aplicação também o são, portanto, as tecnologias são neutras e não há como exigir responsabilidade das (os) cientistas quando suas aplicações são colocadas em prática, ou ainda, caso se fizesse alguma cobrança, esta deveria incidir sobre os sujeitos que utilizam a ciência aplicada, ou seja, sobre os sujeitos que fazem uso das tecnologias.

Ainda de acordo com Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003) o entendimento da tecnologia como ciência aplicada tem colaborado para que se dê pouca relevância à análise da tecnologia, pois nessa visão, basta que se proceda a análise da ciência, para que se compreenda também a tecnologia.

Tal concepção do empreendimento científico-tecnológico teve grande receptividade logo após a Segunda Guerra Mundial, em um período de muito otimismo no que se refere às possibilidades que esse poderia oferecer. Entre os grandes resultados da ciência e da tecnologia da época estão os primeiros computadores eletrônicos, o início dos transplantes de órgãos, a utilização da energia nuclear para o transporte, a criação da pílula anticoncepcional, entre outros (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

Contudo, o otimismo em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico, foi sendo substituído por um sentimento de alerta frente aos acontecimentos desastrosos, vinculados à ciência e à tecnologia, ocorridos, principalmente, entre as décadas de 1950 e 1960, tais como: os acidentes nucleares, os indícios de resíduos contaminantes, os derramamentos de petróleo, bem como, diante da divulgação dos horrores resultantes do uso das inovações científico-tecnológicas a favor da destruição humana, como a produção de armas químicas e biológicas, o napalm, e a percepção dos efeitos colaterais do armamento nuclear, que somados às revoltas

contra a Guerra do Vietnã, aos movimentos ambientalistas e da contracultura, e às críticas da comunidade acadêmica às concepções tradicionais da ciência e da tecnologia, forneceram as condições para um novo olhar sobre as inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (BAZZO, VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003; VON LINSINGEN, 2007)

Assim, a partir dos anos de 1960, o modelo linear de desenvolvimento foi posto em xeque. A credibilidade nos feitos da ciência e da tecnologia, sua suposta neutralidade, o direcionamento dado às pesquisas e os efeitos negativos das aplicações científico-tecnológicas começaram a ser questionados. Um controle sobre os seus impactos, assim como a necessidade da participação pública nas decisões que envolvem a ciência e a tecnologia passaram a ser reivindicados por diferentes segmentos da sociedade (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003; BAZZO, 2014). Nesse contexto é que surgiu o movimento CTS, como uma resposta do meio acadêmico frente à insatisfação com a concepção tradicional da ciência e da tecnologia, aos problemas políticos e econômicos vinculados ao desenvolvimento científico-tecnológico e aos movimentos sociais de protestos que emergiram nos anos 60 e 70 (BAZZO, 2014).

A publicação de duas obras, em 1962, também foram importantes para o início do movimento CTS: “*Silent Spring*” (Primavera Silenciosa) de Rachel Carson e “A estrutura das revoluções científicas” de Thomas Kuhn. Em “*Silent Spring*” foram denunciados os riscos dos usos dos inseticidas como DDT (diclorodifeniltricloroetano), que instigou a mobilização dos movimentos sociais, sobretudo ecologistas, pacifistas e da contracultura, auxiliando a criação dos movimentos ambientalistas. “A estrutura das revoluções científicas”, por sua vez, apresentou uma nova perspectiva para a atividade científica em contraposição à concepção tradicional da ciência, contribuindo para novos debates e reflexões no campo da História e da Filosofia da Ciência (VON LINSINGEN, 2007).

O movimento CTS, portanto, emergiu em contexto social e histórico marcado por transformações significativas, frente as quais diferentes atores sociais passaram a revisar, a problematizar e construir novos entendimentos sobre a ciência, a tecnologia e seu papel na sociedade (VON LINSINGEN, 2007). Segundo Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003), os estudos CTS constituem uma reação crítica, no âmbito acadêmico, à visão tradicional do fenômeno científico-tecnológico, compreendendo-o não como um processo autônomo,

[...] mas sim como um processo ou produto inerentemente social onde os elementos não epistêmicos ou técnicos (por exemplo: como valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e consolidação das ideias científicas e dos artefatos tecnológicos (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 126).

Desse modo, os estudos CTS preocupam-se em desmistificar a ciência e a tecnologia, buscando compreender as dimensões sociais que interferem em seu desenvolvimento. Colocam em discussão os seus riscos e consequências negativas e reivindicam uma regulação pública dos rumos da produção científico-tecnológica. Defendem a ciência e a tecnologia como construções sociais, como processos não neutros, cuja orientação atende aos interesses de certos atores sociais, de maneira que não conduzem de forma linear ao desenvolvimento social e humano, tal como defendido pela concepção tradicional (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003; VON LINSINGEN, 2007).

Conforme Von Linsingen (2007, p. 3), os estudos CTS compõem um campo de trabalho de caráter crítico e interdisciplinar, voltado à compreensão da ciência e da tecnologia em sua inter-relação com a sociedade, em constante diálogo com disciplinas como “a filosofia da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança tecnológica”.

Nesse intuito de revisão crítica da concepção tradicional, surgiram, na Europa e nos Estados Unidos, as duas principais tradições de estudos CTS, com diferentes focos de interesses e pontos de partida: a tradição de origem europeia e a tradição de origem norte-americana (BAZZO, 2014). Entretanto as discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade também ocorreram em outros lugares. Cabe aqui ressaltar as discussões realizadas na América Latina, as quais configuraram o que Dagnino, Thomas e Davyt (2003) denominaram de Pensamento Latino Americano em CTS (PLACTS).

A vertente de origem europeia tem seu foco voltado para os aspectos sociais antecedentes dos desenvolvimentos científico-tecnológicos. Enfatiza, sobretudo, ao estudo das origens das teorias científicas, valorizando, desse modo, mais a ciência como processo (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003; BAZZO, 2014).

A vertente de origem norte-americana, por sua vez, está mais centrada nas consequências sociais e ambientais do fenômeno científico-tecnológico, preocupando-se com os efeitos e influências das tecnologias sobre a vida humana.

Ao contrário da escola europeia, essa tradição dispensa maior atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência. Apresenta um caráter mais prático e valorativo, recorrendo à reflexão ética, educativa, política, pautada em um marco compreensivo de base humanística, composta por conhecimentos da ética, história da tecnologia, teoria da educação, ciências políticas e filosofia social.

Já a vertente do PLACTS está centrada, principalmente, na crítica ao modelo de política científica e tecnológica adotada nos países latino-americanos. Modelo esse pautado em países desenvolvidos e, portanto, não condizentes com as necessidades latino-americanas. O PLACTS preocupa-se com as questões locais, buscando superar o modelo linear de inovação e encontrar mecanismos para o desenvolvimento local do conhecimento científico-tecnológico. Defende a necessidade de consolidar um projeto de política científica e tecnológica nacional coerente, em face dos obstáculos histórico-estruturais e das demandas da América Latina (DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 2003; VON LINSINGEN, 2007).

Nas palavras de Dias e Dagnino (2007, p. 92):

O PLACTS representa uma corrente de pensamento autônoma e original da América Latina e que, apesar de remeter às décadas de 1960 e 1970, ainda se mostra bastante atual. Reconhece a existência de obstáculos estruturais, determinados historicamente, ao desenvolvimento da América Latina, e destaca a importância de elementos como a constituição de projetos nacionais e a identificação de demandas cognitivas como orientação para as atividades científicas e tecnológicas.

Sendo assim, na América Latina, o pensamento em ciência, tecnologia e sociedade configurou-se nas décadas de 60 e 70, a partir das preocupações dos movimentos sociais que expressavam descontentamento, sentimento de desconfiança da sociedade face aos diversos problemas, dentre os quais, aqueles relacionados à ciência e à tecnologia, incorporando, também, outras questões de natureza local.

Além disso, contribuiu para a formação do PLACTS o descontentamento de parte da comunidade de pesquisa diante das recomendações de política pronunciadas pelos organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Organização dos Estados Americanos (OEA). Tais recomendações revelavam uma íntima relação com a concepção linear entre ciência, tecnologia e desenvolvimento (DIAS; DAGNINO, 2007).

Assim como a vertente europeia e norte-americana, o PLACTS concebe a ciência e a tecnologia como processos sociais, marcados por valores e interesses sociais, políticos, econômicos, entre outros, de modo que não se caracterizam como atividades neutras, mas ao contrário (VON LINSINGEN, 2007).

Comparando as tradições europeia e norte-americana e tecendo um resumo sobre as duas, Bazzo (2014) destaca os seguintes pontos importantes da escola europeia: institucionalização acadêmica na Europa em sua origem; destaque aos aspectos sociais antecedentes; maior atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia; adoção preferencial de um caráter teórico e descritivo e um marco explicativo centrado nas ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia). Da tradição norte-americana ressalta: institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos em sua origem; destaque às consequências sociais do fenômeno científico-tecnológico; maior atenção à tecnologia e, em segundo plano, à ciência; caráter prático e valorativo, e marco avaliativo centrado na ética, teoria da educação, entre outras.

Da vertente latino-americana, podem-se ressaltar os seguintes aspectos: destaque à política científica e tecnológica, com ênfase nas críticas ao modelo de política científica e tecnológica adotada nos países latino-americanos; caráter original, autônomo e coerente, por expressar legitimamente um pensamento latino-americano e por salientar o “caráter estrutural do atraso da América Latina”; suas contribuições apresentam forte conteúdo político; ênfase na necessidade de consolidação de um projeto nacional de política científica e tecnológica, que fornecesse diretrizes para o desenvolvimento dos países latino-americanos, em consonância com as suas necessidades e desafios; as políticas de caráter econômico ganham relevância em suas contribuições; perspectiva de influenciar o direcionamento da ciência e da tecnologia por meio da política científico-tecnológica (DIAS; DAGNINO, 2007, p. 98; DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 2003; VON LINSINGEN, 2007).

Os estudos CTS, de acordo com Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003)⁵, se desenvolveram em diferentes direções, que se encontram relacionadas e se influenciam, a saber: o campo da pesquisa, o das políticas públicas e o campo da educação.

⁵ Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003) não mencionam os estudos CTS Latino-Americanos, mas entende-se que essa vertente também se insere nesse contexto.

No campo da pesquisa, os estudos CTS têm oferecido uma nova reflexão sobre a ciência e a tecnologia, proporcionando uma “visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica”; no campo das políticas públicas, os estudos CTS têm defendido a regulação social do desenvolvimento científico-tecnológico, proporcionando a elaboração de meios democráticos que viabilizem a participação de todos os cidadãos nos processos decisórios que envolvem políticas científico-tecnológicas; no campo da educação, as reflexões sobre a ciência e a tecnologia têm motivado a introdução de programas e materiais CTS no nível secundário e universitário (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 127). Segundo Von Linsingen (2007), desde os anos 80 o ensino fundamental também passou a contemplar as reflexões CTS, quando a disciplina de Ciências passou a ser pensada de uma maneira mais crítica.

Para Bazzo (2014), embora a origem do movimento CTS não seja proveniente do contexto educativo, as reflexões CTS nesse campo vêm ganhando força, pelo entendimento de que o espaço escolar é um lugar privilegiado para que as transformações tenham o seu início.

Cabe reforçar que as três direções anteriormente mencionadas reúnem as tradições CTS e se encontram interligadas pelo “silogismo CTS”, pautado em três premissas: I) o desenvolvimento científico-tecnológico é um empreendimento social influenciado por aspectos não só epistêmicos, mas também culturais, políticos e econômicos; II) a ciência e a tecnologia provocam mudanças na forma de vida humana e nas suas instituições, produzindo repercussões sociais e ambientais; III) todos os cidadãos compartilham um “compromisso democrático básico” (VON LINSINGEN, 2007, p. 5).

Nesse sentido, “deveríamos promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para a participação social formada, assim como criar mecanismos institucionais para tornar possível tal participação” (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 127).

Concorda-se com Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003) que a participação democrática é essencial nos processos decisórios e, para tanto, é importante que a população seja formada para compreender, refletir, questionar, criticar, emitir juízos de valor, bem como para participar ativamente nas políticas públicas e na resolução de problemáticas do seu cotidiano.

Embora não sejam as únicas responsáveis pela formação dos cidadãos, as instituições escolares desempenham um papel fundamental e o enfoque CTS contribui significativamente para o desenvolvimento de uma consciência crítica e reflexiva em relação à ciência, à tecnologia e às suas interações com a sociedade, de modo a favorecer uma participação social mais responsável. Considerando que o campo educacional é o mais relevante para este trabalho, discute-se a seguir sobre o enfoque CTS no âmbito educativo.

A discussão sobre CTS no campo educativo é relevante no contexto deste trabalho porque possibilita a construção de um panorama a respeito dos estudos CTS no âmbito da educação científica, elucidando perspectivas de referência. É importante, sobretudo, para fornecer os subsídios teóricos necessários para assumir com coerência um posicionamento sobre o enfoque CTS e sobre os seus propósitos educacionais, contribuindo para tomadas de decisão coerentes nesta pesquisa, tanto em relação à construção do instrumento de análise dos livros didáticos aqui proposto, quanto da própria análise das obras didáticas. Considera-se, ainda, que a apropriação desses subsídios teóricos é necessária para a proposição de novas práticas, que é efetivada neste trabalho mediante a elaboração do produto final, qual seja: o caderno pedagógico destinado aos professores dos anos iniciais.

2.2 O ENFOQUE CTS NA EDUCAÇÃO: PROPÓSITOS E SIGNIFICADOS

Os estudos CTS no campo da educação defendem a compreensão da ciência e da tecnologia em suas inter-relações com a sociedade mediante a organização de programas educativos e de materiais segundo seus objetivos.

Pode-se afirmar que a necessidade do controle social da ciência e da tecnologia, e a conseqüente necessidade de ampliação do conhecimento público sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, colaboraram para uma alteração nos objetivos do ensino de ciências. Desse modo, em contraposição às décadas de 1950 e 1960, que tinham como foco a preparação das e dos futuros cientistas, passou-se a ter como meta principal o letramento científico e tecnológico⁶ (SANTOS; MORTIMER, 2001) ou alfabetização científica e tecnológica.

⁶ Santos e Mortimer (2001) explicam que adotam o termo “letramento” ao invés de “alfabetização”, empregando a tradução para o português da palavra “literacy” que vem sendo utilizada nas áreas da educação e das ciências linguísticas, com a compreensão de letramento como “o resultado da ação

Nessa perspectiva, ao entender que em uma democracia espera-se dos cidadãos a capacidade de compreender o mundo, analisar criticamente as situações cotidianas e tomar decisões coerentes e bem fundamentadas, assumiu-se como objetivo da educação em CTS, a alfabetização científica e tecnológica, “de acordo com a nova imagem da ciência e da tecnologia” que surge ao considerar a sua dimensão social (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 144). Pretende-se também que:

[...] a alfabetização contribua para motivar os estudantes na busca de informação relevante e importante sobre as ciências e as tecnologias da vida moderna, com a perspectiva de que possam analisá-la e avaliá-la, refletir sobre essa informação, definir os valores implicados nela e tomar decisões a respeito, reconhecendo que sua própria decisão final está inerentemente baseada em valores (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 144).

Com base em Díaz, Alonso e Mas (2003) entende-se que, dentre outros objetivos, a educação CTS pretende: promover a alfabetização científica; despertar maior interesse pela ciência e tecnologia; contextualizar o estudo da ciência por meio das intrincadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade; possibilitar aos estudantes os subsídios necessários para o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de resolução criativa dos problemas e da tomada de decisão responsável sobre questões relacionadas à ciência e à tecnologia.

de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita” (SOARES, 1998, p.18). Assim, letramento é o uso que o sujeito faz da leitura e da escrita nas práticas sociais.

No caso do letramento científico e tecnológico, Santos e Mortimer (2001, p. 96) destacam que “seria a condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e tecnológica, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam tal linguagem”.

Cabe mencionar que tanto na literatura estrangeira, quanto na literatura nacional, observa-se uma variação no uso do termo para definir um ensino de ciências cujo propósito é a formação para a cidadania. Nas publicações de língua espanhola verifica-se o uso da expressão “alfabetización científica”; entre os autores de língua inglesa encontra-se o termo “scientific literacy” e nas publicações francesas, observa-se o uso da expressão “alphabétisation scientifique”. Já entre os pesquisadores brasileiros encontra-se o emprego dos termos “alfabetização científica” “alfabetização científica e tecnológica” e “letramento científico”. Pode-se afirmar que de maneira geral, tanto no uso do termo “alfabetização”, quanto “letramento”, os autores da área da educação em ciências apresentam as mesmas preocupações em relação ao ensino: buscar a compreensão das intrincadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, visando à formação de cidadãos cientificamente alfabetizados.

No contexto deste trabalho, optou-se pelo uso da expressão “alfabetização científica e tecnológica”, por entender que esse termo encontra sintonia com o significado de alfabetização proposto por Freire (1980, p.111), que compreende a alfabetização como processo amplo, não limitado à apropriação de “técnicas” de leitura e de escrita, mas antes “[...] o domínio destas técnicas em termos conscientes, implicando uma [...] autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto”.

No âmbito da educação científica, “o movimento CTS assumiu como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e o desenvolvimento de valores” (SANTOS, 2011a, p. 23). Com esse propósito, favoreceu o desenvolvimento de diversos projetos e materiais de ensino destinados tanto para a educação básica, quanto para o ensino superior, em diferentes países, mas principalmente nos Estados Unidos, Canadá e Europa. No Brasil, já nos anos 70 eram encontrados materiais que discutiam os aspectos sociais da ciência e da tecnologia, entretanto, investigações e materiais com a denominação CTS surgiram apenas no final da década de 1990 (SANTOS, 2011a).

Santos (2011a) lembra que o movimento CTS na educação em ciências, teve um avanço significativo nas duas últimas décadas do século XX, com o desenvolvimento de vários projetos curriculares com enfoque CTS e de muitas pesquisas na área, de modo que CTS emergiu como uma linha de pesquisa no ensino de ciências. Contudo, no cenário internacional do presente século, o movimento já não possui a mesma projeção que teve anteriormente, pois se observa uma redução de trabalhos com títulos CTS entre as publicações internacionais. Santos (2011a) justifica essa redução, fundamentado nos apontamentos de Peter Fensham (2010)⁷ e Glen Aikenhead (2003)⁸, que relatam o surgimento de “novos *slogans*” no campo da educação científica.

Santos (2011a, p. 37) reitera que surgiram várias denominações para a educação científica, tais como: “educação científica para cidadania, educação científica humanística, educação científica para todos, ciência para a vida, educação para cidadania planetária, educação para mudanças climáticas, CTS, CTSA, EA, EDS...”. Todavia considera que mais relevante do que a discussão sobre qual sigla ou denominação utilizar, é a compreensão e explicitação clara de que concepção orienta o discurso e as práticas quando se adota um ou outro *slogan*. Ou, dito de outro modo, é fundamental expressar claramente o que se almeja com a educação científica, pois embora tenham objetivos em comum, cada *slogan* “reproduz e

⁷ FENSHAM, P. J. **The Science curriculum**: a contest of values, purposes, interests and possibilities (Keynote). In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION. 14., 2010, Bled, Slovenia. **Proceedings...** Bled: International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), 2010. CD-ROM.

⁸ AIKENHEAD, G. S. STS education: a rose by any other name. In: CROSS, R. (Org.). **A vision for science education**: responding to the work of Peter Fensham. London, UK: RoutledgeFalmer, 2003. p. 59-75.

carrega princípios ideológicos que os diferenciam significativamente” (SANTOS, 2011a, p. 37).

Para esse autor, os novos *slogans* podem representar uma forma de destacar a mudança de foco no ensino de ciências. Entretanto não entende que o movimento CTS esteja “ultrapassado”, embora tenha seguido diferentes caminhos em seu percurso histórico e tenha perdido força em alguns espaços sociais. Entende que o movimento permanece ativo, mas que precisa ser ressignificado. Ressignificar, em suas palavras, é “um passo importante no resgate dos seus objetivos primordiais de crítica à visão de neutralidade científica, descompromissada com seu papel social” (SANTOS, 2011a, p. 38).

Santos (2011a) assume, portanto, que o enfoque CTS no ensino de ciências tem o propósito de superar as concepções ingênuas, embasadas na suposta neutralidade da ciência e da tecnologia, recontextualizando-as socialmente e buscando, via processo educativo, ampliar a participação pública nos processos decisórios em assuntos relativos ao desenvolvimento científico-tecnológico. Nessa perspectiva, o principal objetivo do ensino de CTS é promover a educação científica e tecnológica, “auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS, 2008, p. 112).

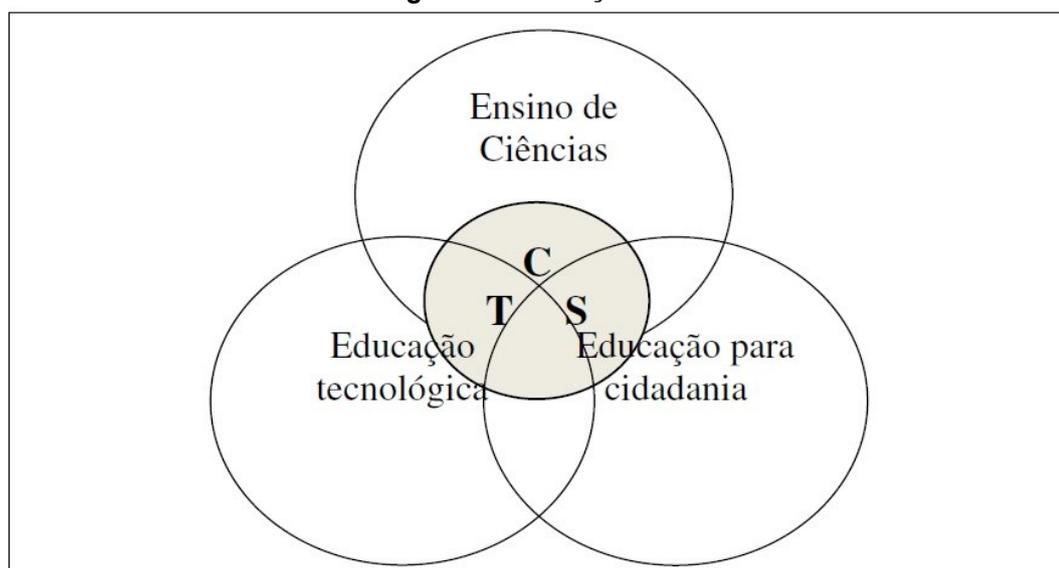
No que se refere ao desenvolvimento de valores, o que se pretende é a formação de sujeitos comprometidos com o entorno social, de maneira que suas decisões sejam pautadas em “valores vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade”. Tais valores estão em sintonia com os ideais de uma sociedade democrática e colocam em questão o modelo capitalista, no qual os preceitos econômicos são valorizados, em detrimento das reais necessidades humanas (SANTOS, 2007a, p. 2).

Além disso, é importante esclarecer que, de acordo com Santos (2012, p. 49), a educação CTS no ensino de ciências abarca objetivos comuns àqueles atribuídos ao letramento científico, porém, “não deve ser confundida como se ela correspondesse plenamente aos propósitos do letramento científico”. Isso significa que, na visão do autor, o letramento científico abrange domínios mais amplos que

vão além das reflexões sobre as inter-relações CTS, incluindo outros aspectos que a educação CTS não contempla.

Para Santos (2012), a centralidade da educação CTS no ensino de ciências está nas inter-relações ciência-tecnologia-sociedade e na confluência de propósitos entre o ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania, conforme mostra a figura 1. Desse modo, fundamentado em Luján López e López Cerezo (1996)⁹, Santos (2012, p. 51) caracteriza a proposta curricular de CTS como uma “integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos”.

Figura 1 - Educação CTS



Fonte: Santos (2012, p. 51)

Conforme Santos (2012), dentro dessa caracterização, distintas significações podem ser atribuídas à educação CTS, de modo que cabe uma leitura atenta e crítica frente as propostas de ensino CTS, posto que propostas com diferentes significados têm sido apresentadas sob a mesma denominação.

Nessa ótica, Santos e Schnetzler (2010) explicitam que nem todas as propostas de ensino intituladas CTS têm seu foco voltado aos nove aspectos que caracterizam o enfoque CTS, apresentados no quadro 1. Esse fato tem levado à

⁹ LUJÁN LÓPEZ, J. L.; LÓPEZ CERREZO, J. A. Educación CTS en acción: Enseñanza secundaria y universidad. In: GONZÁLEZ GARCÍA, M. I; LÓPEZ CERREZO, J. A.; LUJÁN LÓPEZ, J.L. (Orgs.). **Ciencia, Tecnología y Sociedad**: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos S.A., 1996. p. 225-252.

formulação de classificações para os cursos, segundo a premissa central de cada um.

Quadro 1 - Nove aspectos da abordagem de CTS¹⁰

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

Fonte: Santos e Schnetzler (2010, p. 69)

Santos e Mortimer (2002) apresentam uma classificação de cursos CTS, elaborada por Aikenhead (1994)¹¹, contemplando oito categorias que levam em consideração a ênfase que se atribui às relações CTS conforme quadro 2:

Quadro 2 - Categorias de ensino de CTS

Categorias	Descrição	Exemplos
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	<i>O que muitos professores fazem para "dourar a pílula" de cursos puramente conceituais.</i>
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	<i>Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).</i>
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências,	<i>Havard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for</i>

¹⁰ Extraído de Mackavanagh e Maher (1982, p. 72) e traduzido por Santos e Schnetzler (2010).

¹¹ AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994, p.47-59.

programático.	com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	<i>Chemistry</i> (UK), <i>Science, Technology and Society</i> , Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (<i>What is Science? What is Technology? How Does Society decide?</i> – UK).
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS.	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.	<i>ChemCon</i> (EUA), os módulos holandeses de física como <i>Light Sources and Ionizing Radiation</i> (Holanda: PLON), <i>Science and Society Teaching units</i> (Canadá), <i>Chemical Education for Public Understanding</i> (EUA), <i>Science Teachers' Association of victoria Physics Series</i> (Austrália).
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	<i>Logical Reasoning in Science and Technology</i> (Canadá), <i>Modular STS</i> (EUA), <i>Global Science</i> (EUA), <i>Dutch Environmental Project</i> (Holanda), <i>Salters' Science Project</i> (UK)
6. Ciências com conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	<i>Exploring the Nature of Science</i> (Ing.) <i>Society Environment and Energy Development Studies</i> (SEEDS) modules (EUA), <i>Science and Technology 11</i> (Canadá)
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	<i>Studies in a Social Context</i> (SISCON) in Schools (UK), <i>Modular Courses in Technology</i> (UK), <i>Science A Way of Knowing</i> (Canadá), <i>Science Technology and Society</i> (Austrália), <i>Creative Role Playing Exercises in Science and Technology</i> (EUA), <i>Issues for Today</i> (Canadá), <i>Interactions in Science and Society</i> – vídeos (EUA), <i>Perspectives in Science</i> (Canadá).
8. Conteúdo de CTS.	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	<i>Science and Society</i> (UK.), <i>Innovations: The Social Consequences of Science and Technology</i> program (EUA), <i>Preparing for Tomorrow's World</i> (EUA), <i>Values and Biology</i> (EUA).

Fonte: Santos e Mortimer (2002, p.15-16)

Segundo Santos e Mortimer (2002), a categoria um apresenta a introdução de conteúdo de CTS apenas como elemento motivador do currículo de ciências. As categorias três a seis representam uma visão que aparece de modo frequente na

literatura. A última categoria é caracterizada por estudos que enfatizam as implicações das inter-relações CTS, em que os conteúdos científicos propriamente ditos são abordados de maneira restrita.

De acordo com os autores supracitados, nas categorias compreendidas até a categoria quatro, percebe-se uma centralidade no ensino de conceitos científicos e, da categoria cinco em diante, o foco volta-se para o entendimento das inter-relações CTS.

Sobre essa questão, Santos e Schnetzler (2010) afirmam que, na visão de Aikenhead (1994), os “cursos típicos de ciências com enfoque CTS” seriam aqueles centrados entre as categorias três e quatro, que apresentam ênfase nos conteúdos científicos, mas abordam as inter-relações CTS de modo mais sistematizado.

Outra classificação, também com foco no ensino de ciências e nas inter-relações CTS, é apontada por Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009, p. 11), que recorrendo a autores como Walks (1990)¹² e Medina e Sanmartín (1990)¹³, afirmam que as pesquisas e experiências de ensino sob o enfoque CTS podem ser classificadas em três modalidades: “introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência vista por meio de CTS; e CTS puro”.

Na modalidade “enxerto CTS”, incluem-se os currículos que introduzem temas CTS nas disciplinas de ciências. Abrem-se debates e questionamentos acerca do que seja ciência e tecnologia. Santos (2012) lembra que essa modalidade não modifica a abordagem tradicional dos conteúdos das ciências, de modo que a abordagem do tema CTS ocupa um papel secundário.

A modalidade “Ciência e tecnologia por meio de CTS” abrange projetos curriculares em que o conteúdo científico é trabalhado a partir dos temas CTS. Nesses, os temas CTS ganham maior destaque. Conforme Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009), a estruturação do conteúdo científico pode ocorrer em apenas uma disciplina ou em várias, mediante a elaboração de trabalhos multidisciplinares e

¹² WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. **Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública**. Barcelona: Anthropos, 1990, p. 42-75.

¹³ MEDINA, M.; SANMARTIN, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinares en la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública**. Barcelona: Anthropos, 1990. cap. 1. p. 114-121.

interdisciplinares. Já na modalidade “CTS puro”, as discussões CTS ganham centralidade e o conteúdo científico tem um papel secundário no currículo.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009) ressaltam que nas três categorias, o papel do professor é fundamental, como articulador que pode mobilizar conhecimentos, desenvolver e concretizar projetos, nos quais os estudantes podem relacionar seus conhecimentos prévios com os novos, buscar respostas a situações-problema, de acordo com suas próprias possibilidades, em termos intelectuais, emocionais e também no que se refere ao seu contexto social.

Outra forma de classificação é apresentada por Auler e Delizoicov (2001), os quais discutem diferentes concepções sobre ciência e tecnologia que podem subsidiar os currículos com ênfase em CTS e levar a encaminhamentos muito diversos, de tal modo que podem se aproximar de uma abordagem democrática, ou levar a postulações tecnocráticas. Os autores apresentam duas classificações para os currículos CTS, que eles denominam de reducionista e ampliada:

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

Assim, a visão reducionista é marcada por uma postura ingênua e acrítica sobre as inter-relações CTS, reproduzindo a concepção de neutralidade das decisões em ciência e tecnologia. Em contraposição, a visão ampliada questiona os modelos do desenvolvimento científico e tecnológico, desvelando as ideologias e os mitos vinculados à ciência e à tecnologia.

Uma aproximação entre os referenciais do movimento CTS e as postulações freireanas podem contribuir para o desvelamento dos mitos e para uma compreensão ampliada e crítica do mundo contemporâneo, segundo Auler e Delizoicov (2001). De acordo com os autores, para tornar possível um entendimento crítico da realidade e um envolvimento efetivo dos sujeitos em sua transformação, tal como defendido por Freire (2003), é essencial uma compreensão crítica acerca das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, o que demanda a problematização das percepções historicamente construídas acerca do

desenvolvimento científico-tecnológico, desvelando-se os mitos que são pautados na suposta neutralidade da ciência e da tecnologia (AULER; DELIZOICOV, 2001).

O mito da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, parte do pressuposto da existência de neutralidade do indivíduo na atividade científico-tecnológica. Entende-se que o especialista, cientista ou técnico pode resolver problemas, até mesmo os sociais, de uma forma ideologicamente neutra. Além disso, as decisões sobre os problemas e questões relacionadas à tecnologia, que são de interesse da população como um todo, são deixadas ao encargo de especialistas ou cientistas.

Outra percepção histórica transformada em mito, parte da ideia de que a ciência e a tecnologia são essenciais para a melhoria das condições humanas e ambientais e que o aumento do investimento em ciência e tecnologia, será a solução para os problemas existentes e futuros. Acredita-se que, a partir do avanço científico e tecnológico, será obtido o progresso social e serão encontradas soluções para todos os problemas da humanidade. Entretanto essa perspectiva “[...] ignora as relações sociais em que essa CT são concebidas e utilizadas” (AULER, 2011, p. 76-77).

No que tange ao mito do determinismo tecnológico, considera-se que quanto mais avanços tecnológicos acontecerem melhor será a sociedade e o homem, e toda inovação tecnológica é benéfica para o ser humano. Nessa perspectiva, o avanço científico-tecnológico conduz de forma linear à concretização de um mundo melhor. Nota-se que esse mito sustenta-se na mesma concepção do anterior, mas adiciona a crença de que a tecnologia é autônoma e livre das influências sociais (AULER; DELIZOICOV, 2001; AULER, 2011).

De acordo com Auler (2011), essas percepções transformadas “[...] em mitos, dentre outros aspectos, podem resultar numa postura fatalista, exercendo efeito ‘paralisante’, reforçando postulações tecnocráticas” (AULER, 2011, p. 76). Corroborando essa ideia, Lima Filho e Queluz (2005, p. 21) alertam que:

Esta representação da tecnologia como progresso, [...] tem como corolário o enfraquecimento da participação dos cidadãos nas decisões acerca das políticas públicas, ficando cada vez mais confinados ao papel de consumidores, auxiliando no estabelecimento dos limites claustrofóbicos da democracia burguesa.

Assim, a produção científico-tecnológica vista como irreversível, representando o progresso, gera uma ideia de impossibilidade de intervenção do cidadão nos rumos da sociedade, na medida em que sustenta o entendimento de que em nada adiantaria a participação pública, uma vez que os destinos dos processos em curso permaneceriam inalterados.

Por outro lado, a visão ampliada de CTS busca problematizar os mitos e superar a postura fatalista e a percepção ingênua da realidade, que são vinculadas aos mitos. Implica uma compreensão crítica das inter-relações CTS e uma análise e crítica ao modelo linear de desenvolvimento, o qual reforça posturas ingênuas e tem provocado sérias repercussões ao meio ambiente e à população (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Um ensino de CTS a partir de uma perspectiva ampliada seria aquele que promove questionamentos e reflexões críticas sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia, no que tange às relações de poder, às contradições, aos interesses de determinados grupos e aos valores presentes na concepção e produção da ciência e da tecnologia, bem como, as limitações do conhecimento científico e os riscos e consequências socioambientais decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico (AULER; DELIZOICOV, 2001; SANTOS; SCHNETZLER, 2010; AULER, 2011).

Observa-se que o ensino de ciências sob o enfoque CTS está, também, relacionado à educação ambiental, uma vez que incorpora e trabalha criticamente as questões ambientais, como parte fundamental das inter-relações CTS. No entanto alguns autores passaram a empregar a denominação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) como forma de ressaltar o compromisso da educação CTS em relação a essas questões. Vilches, Gil Pérez e Praia (2011, p. 180) afirmam que aqueles que fazem uso da “expressão CTSA não estão dizendo que a ‘A’ não esteja contida em CTS, mas antes pretendem que se lhe dê uma maior ênfase na educação científica para evitar um tratamento particularmente insuficiente das questões ambientais quando se incorporam as relações CTS”.

A visão crítica da educação CTS se contrapõe à visão reducionista, explicitada por Auler e Delizoicov (2001), buscando desenvolver um novo modelo de desenvolvimento científico-tecnológico. Autores como Auler (2002), Auler e Delizoicov (2001), Muenchen e Auler (2007), Santos (2008), entre outros, têm assumido uma proposta de CTS fundamentada nos ideais de Paulo Freire. Trata-se

de uma proposta de ensino com abordagem dialógica problematizadora, pautada na discussão, no questionamento e na reflexão crítica sobre os modelos e valores do desenvolvimento científico-tecnológico atual, assim como no engajamento social dos estudantes em temas que envolvem ciência e tecnologia.

Para Santos (2008, p.122):

Ao pensar em uma proposta de CTS na perspectiva humanística freireana, busca-se uma educação que não se restrinja ao uso e não uso de aparatos tecnológicos ou ao seu bom e mau uso. Além disso, propõe-se uma educação capaz de pensar nas possibilidades humanas e nos seus valores, em fim [sic] em uma educação centrada na condição existencial. Isso significa levar em conta a situação de opressão em que vivemos, a qual é marcada por um desenvolvimento em que valores da dominação, do poder, da exploração estão acima das condições humanas.

Uma educação com enfoque CTS, sustentada em pressupostos freireanos, abarca a dimensão ética, a defesa do ser humano como sujeito histórico, inconcluso, em permanente busca dirigida à sua “vocação ontológica” que é humanizar-se¹⁴. Portanto está atrelada à procura da superação da “cultura do silêncio”¹⁵, a partir de uma educação problematizadora, reflexiva, que envolve o “desvelamento da realidade”, busca o pensar crítico e a ação humana colocada a serviço da transformação do mundo, conforme evidenciado na proposta educativa enunciada por Freire (FREIRE, 2003).

Nessa ótica, a educação CTS procurar trazer à pauta da sala de aula uma leitura crítica sobre a realidade social brasileira, sobre as contradições, as relações de poder, de dominação, exclusão e exploração, bem como, sobre a condição humana nesse contexto. Professor e alunos passam a problematizar o atual sistema tecnológico, a questionar os valores e ideologias subjacentes a ele e engajar-se na busca de um novo modelo, tendo como referência os valores humanos fundamentais ao bem comum e à democracia (SANTOS, 2008).

Busca-se a participação efetiva da sociedade nas decisões relativas à ciência e à tecnologia, não somente uma participação reduzida à avaliação das repercussões pós-produção dela, mas também e principalmente, no direcionamento do desenvolvimento científico-tecnológico, na definição das agendas de pesquisa, o

¹⁴ Vocação de ser sujeito, de ser agente de transformação da realidade (FREIRE, 2003).

¹⁵ A “cultura do silêncio” segundo Freire (2006, p. 37), é “[...] típica das estruturas fechadas como a do latifúndio” e é “[...] gerada nas condições objetivas de uma realidade opressora”; é assinalada por uma percepção fatalista da realidade, pela ausência da participação da sociedade em processos decisórios, pela alienação e passividade.

que requer uma compreensão ampliada sobre a não neutralidade da ciência e da tecnologia (AULER, 2011).

Compartilhando dessas ideias e apoiando-se nos pressupostos freireanos, Strieder (2012, p. 171) defende que a educação científica, compreendida em um contexto amplo, preocupa-se com o “desenvolvimento de compromisso social”. Em virtude disso, “[...] mais do que contextualizar o conhecimento, compreender o mundo, questioná-lo e/ou se posicionar [...]”, almeja-se “a busca de encaminhamentos para problemas reais, que afligem a sociedade com a qual a escola se encontra. Envolve, assim, ações concretas de intervenção na realidade”.

Há o entendimento de que não basta reconhecer e compreender as problemáticas do cotidiano; é necessário avançar em busca de uma atitude crítica e ativa, no sentido do desenvolvimento da participação social, da intervenção efetiva diante de situações-problema, o que implica um entendimento crítico acerca das inter-relações CTS, conforme explicitado por Strieder (2012).

De acordo com a autora, existem diferentes maneiras de se compreender a ciência, a tecnologia e a sociedade e, portanto, há diferentes compreensões acerca das inter-relações CTS, o que tem levado a distintas abordagens CTS no contexto educacional brasileiro. Essas diferentes visões, segundo Strieder (2012), podem ser melhores evidenciadas a partir de três parâmetros: 1) Racionalidade Científica, 2) Desenvolvimento Tecnológico e 3) Participação Social.

Esses parâmetros possibilitam articular os diferentes discursos sobre a ciência, a tecnologia e a sociedade, entendidos em suas complexas relações e não de maneira isolada. Tais parâmetros foram elaborados pela autora no intuito de caracterizar as possíveis abordagens CTS que se encontram presentes no âmbito da educação científica brasileira. Cada um deles apresenta diversos níveis de compreensão sobre a racionalidade científica, o desenvolvimento tecnológico e a participação social, explicitando diferentes posições, desde as mais ingênuas até as mais críticas.

No que se refere à racionalidade científica, Strieder (2012, p. 180) identifica cinco possíveis níveis de compreensão. O primeiro e o segundo níveis, que representam perspectivas menos críticas, envolvem o “reconhecimento de um modelo de racionalidade associado a uma garantia de desocultamento da realidade; no primeiro, sem juízo de valor; no segundo, o juízo volta-se aos usos da ciência”.

Assim, o primeiro nível contempla compreensões descontextualizadas, a-problemáticas e o conhecimento científico é visto como único conhecimento válido ou o mais completo. No segundo nível, estão presentes compreensões de que a ciência gera resultados sempre positivos, cabendo à sociedade tomar decisões sobre o seu uso, que pode ser tanto direcionado para o bem, quanto para o mal.

O terceiro e o quarto níveis envolvem o “reconhecimento de limitações do modelo de racionalidade empregado para a construção da ciência, tanto no que se refere a sua produção, quanto na definição dos rumos e implicações sociais de suas pesquisas” (STRIEDER, 2012, p. 180). Implicam discussões sobre a ciência como um conhecimento provisório, sobre sua construção histórica que, necessariamente, envolve fatores humanos e sociais. Está presente o reconhecimento de que a ciência atende aos valores e interesses de determinados grupos sociais; de que a ciência não se constitui como “instrumento do progresso” e de que “a comunidade científica não é a única, nem a mais importante esfera envolvida na construção da ciência” (STRIEDER, 2012, p.187).

O quinto nível refere-se ao reconhecimento da racionalidade científica, porém, entendendo que o conhecimento científico é incompleto, questionável e é “insuficiente para assegurar decisões sociais mais amplas, que necessariamente envolvem outros valores” (STRIEDER, 2012, p. 188).

Em relação ao desenvolvimento tecnológico, Strieder (2012, p. 191) explicita que em um primeiro e segundo níveis de compreensão há “o reconhecimento de um modelo de desenvolvimento neutro e associado a uma garantia de progresso”. No primeiro nível, o desenvolvimento científico-tecnológico é visto como neutro, sem influências sociais; não há qualquer juízo de valor e a tecnologia é entendida enquanto aparato/instrumento que o ser humano utiliza para satisfazer suas necessidades. O segundo nível contempla o reconhecimento das repercussões positivas do desenvolvimento tecnológico; o juízo de valor se encontra direcionado às aplicações da tecnologia, “entendida como resultado direto da aplicação da ciência – acontece de forma natural e decorre do acúmulo de conhecimentos” (STRIEDER, 2012, p. 193).

No terceiro nível se encontra presente o “reconhecimento de especificidades do conhecimento tecnológico, em especial, do ponto de vista de sua produção”. A tecnologia não é vista como “aplicação direta do conhecimento científico”, mas

entendida enquanto “classe de conhecimento”. Há o início do rompimento do modelo linear de desenvolvimento (STRIEDER, 2012, p. 191).

O quarto e quinto níveis, mais críticos, rompem com o modelo linear de desenvolvimento, desvelando os propósitos políticos ligados a ele e defendendo um modelo que leve em conta as necessidades da população.

Quanto às perspectivas de participação social, Strieder (2012) propõe cinco distintos níveis, que devem ser compreendidos como complementares, uma vez que todos indicam contribuições para a educação científica. No primeiro nível, está presente o “reconhecimento da presença da CT na sociedade” (STRIEDER, 2012, p. 202). Não há uma preocupação com o processo decisório, o foco está voltado para a informação da sociedade a respeito da presença da ciência e da tecnologia, sem que haja avaliação de riscos, vantagens ou implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico.

O segundo nível inclui a avaliação de aspectos positivos e negativos relacionados à utilização de um determinado resultado/produto científico-tecnológico. A perspectiva de participação se encontra em um contexto micro, de dimensão mais individual ou local. Abordando questões coletivas, em um contexto macro, o terceiro nível abrange discussões acerca de problemas e impactos da ciência e da tecnologia no meio social. No entanto “em geral, a decisão ainda está relacionada à avaliação dos impactos pós produção e não ao processo produção em si” [sic] (STRIEDER, 2012, p. 204).

No quarto nível, a participação ocorre mediante a identificação de contradições no processo de produção da ciência e da tecnologia e de mecanismos de pressão. “Nessa perspectiva, diferente das anteriores, comparece uma possibilidade de intervir no processo de produção e/ou implementação de determinado produto da CT”. O último nível está relacionado ao contexto das políticas públicas, a participação acontece “no âmbito das políticas públicas, na definição de seus objetivos, meios para alcançá-los e maneiras de controlar sua implementação” (STRIEDER, 2012, p. 205).

De acordo com Strieder (2012), esses três parâmetros - racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social - possibilitam a articulação das interfaces entre ciência, tecnologia e sociedade. O que fornece sentido a esses parâmetros são os “propósitos educacionais”, que podem ser caracterizados “em três grandes grupos, relacionados a intenções de promoção ou

desenvolvimento de: (i) percepções,(ii) questionamentos e (iii) compromisso social” (STRIEDER, 2012, p. 174).

Conforme a autora supracitada, o desenvolvimento de percepções, no âmbito educacional, está ligado à busca de aspectos que possibilitem a exemplificação, a contextualização do conhecimento científico escolar. Está associado a uma abordagem menos crítica no que se refere à racionalidade, desenvolvimento tecnológico e participação. Já o desenvolvimento de questionamentos, compreende não somente a contextualização do conhecimento, mas envolve a discussão/compreensão de questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia, enfatizando a não neutralidade do desenvolvimento científico-tecnológico e a participação da sociedade em processos decisórios.

O desenvolvimento do compromisso social, por sua vez, corresponde a compreensões mais críticas em relação à racionalidade, desenvolvimento tecnológico e participação. Envolve compreender as limitações do conhecimento científico-tecnológico; a necessidade de um modelo de desenvolvimento que procure atender às necessidades do contexto social e aliado a isso, busque uma cultura de participação no âmbito das esferas políticas. Está presente, portanto, a busca pela transformação da realidade, o que solicita encaminhamentos para os problemas reais, ou seja, busca uma postura crítica em relação à realidade e competências para nela intervir (STRIEDER, 2012).

Esse último propósito vai ao encontro dos pressupostos freireanos e, segundo Strieder (2012), requer mudanças no meio educacional que vão além de modificações relativas à metodologia de ensino. Para a autora: “a ela está relacionada, acima de tudo, uma mudança no currículo escolar e, principalmente, na função social da escola” (STRIEDER, 2012, p. 207).

Em termos do processo educativo, que mudanças são necessárias em relação à função escolar, ao currículo e às concepções e postura docente? Como se caracteriza uma proposta de ensino sob o enfoque CTS voltada à formação cidadã? Essas são as questões que balizam a discussão desencadeada a seguir.

2.2.1 Educação CTS para a Formação Cidadã

A educação em ciências voltada à formação cidadã envolve dimensões amplas, que vão além das discussões sobre as inter-relações CTS. Ou seja, a educação em ciências abarca outros aspectos, tais como: a compreensão da natureza da ciência e a linguagem científica que, apesar de incorporada na educação CTS, não constitui seu foco principal (SANTOS, 2012). Isso significa que o objetivo da formação do cidadão, com vistas à alfabetização científica e tecnológica, envolve a promoção de conhecimentos da ciência e sobre a ciência, em estreita relação com as dimensões sociais da ciência e da tecnologia e com o desenvolvimento de valores que coloquem em xeque o modelo de desenvolvimento científico-tecnológico atual, como dimensões que favorecem a compreensão da realidade contemporânea e a participação social.

A educação CTS, nessa perspectiva, configura um importante domínio da educação científica para a cidadania¹⁶. Neste trabalho, destaca-se que a educação CTS na direção da educação científica para a cidadania, implica a formação dos estudantes para a participação, para o engajamento social em torno de assuntos que envolvem a ciência e a tecnologia, como têm sido defendido nas propostas de CTS fundamentadas em Paulo Freire (AULER; DELIZOICOV, 2001; AULER 2002; MUENCHEN; AULER, 2007; SANTOS, 2008, STRIEDER, 2012, entre outras); e também em propostas com ênfase na ação sociopolítica defendidas por Hodson (2014; 2003; 1998) e Reis (2013).

Essas propostas convergem no desejo de promover a formação de sujeitos politizados, com conhecimentos, capacidades, valores e comprometimento social para exigir e exercer uma cidadania participativa, bem como, reivindicar posturas mais justas, éticas e sustentáveis diante dos dilemas relativos à ciência, tecnologia e sociedade.

A cidadania, no contexto da discussão aqui abordada, corresponde ao sentido da participação na vida sociopolítica; identifica-se com a cultura, com as

¹⁶ Em revisão sobre o tema, Santos (2007) sintetiza três domínios da educação científica, a saber: a natureza da ciência, a linguagem científica e os aspectos sociocientíficos (ASC) – que ele vincula à educação científica na perspectiva do letramento científico e tecnológico. Santos ressalta, também, a inserção da “[...] discussão de valores que venham a questionar o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico” (SANTOS, 2007, p. 487). Os aspectos sociocientíficos, na visão de Santos (2007) são os aspectos que dizem respeito às questões sociais, ambientais, políticas, econômicas, culturais, éticas relativas à ciência e à tecnologia (SANTOS, 2007).

práticas que envolvem o sentimento de pertencimento a um determinado grupo social, de comprometimento e engajamento sociopolítico em torno de questões de interesse coletivo, ligado a um movimento que almeja a autonomia dos sujeitos para a transformação social¹⁷.

Concebe-se o cidadão¹⁸ como agente social com possibilidades de intervenção sociopolítica, como sujeito dotado de direitos e de deveres que lhes permitem participar ativamente nas esferas econômica, social, política e cultural da sociedade na qual está inserido.

Com base em Santos e Schnetzler (2010) e Reis (2013), entende-se que o processo educativo pode contribuir¹⁹ com conhecimentos técnico-científicos; desenvolvimento de valores (colocando em discussão os valores assumidos pelos próprios estudantes, assim como a discussão sobre os valores subjacentes ao atual modelo de desenvolvimento científico-tecnológico); desenvolvimento de capacidades (como por exemplo: de pesquisa, análise, interpretação, reflexão, comunicação, argumentação, resolução de problemas, tomada de decisão...) e atitudes (de respeito, tolerância, solidariedade, práticas democráticas...) importantes para a construção da autonomia intelectual e para o exercício da cidadania.

Em tal processo educativo existe uma preocupação com o desenvolvimento de valores éticos relativos à corresponsabilidade dos sujeitos para com a sociedade, compreendendo-a em sua estrutura e organização social, cultural, política e econômica, com seus conflitos de interesse, contradições, exclusão e dominação, típicas do atual modelo capitalista no qual prevalece a lógica do mercado.

¹⁷ Aproxima-se de uma perspectiva comunitarista de cidadania conforme caracterização apresentada por Toti (2011). Essa abordagem enfatiza a coletividade, a participação dos sujeitos na vida política e as obrigações dos sujeitos para com a comunidade. “[...] no comunitarismo o sentido da cidadania está na participação política da comunidade de forma integrada às raízes culturais e éticas locais que caracterizam a comunidade” (TOTI, 2011, p.57).

¹⁸ A educação científica aqui defendida, não está preocupada em formar o “futuro cidadão”, mas sim favorecer o desenvolvimento cognitivo, social e ético de sujeitos que já são cidadãos e que já atuam no meio social, entendendo que a partir da apropriação dos conhecimentos científicos em conjunto com outros aspectos, tais como os presentes na dimensão axiológica, terão ampliadas as suas possibilidades de compreensão e intervenção social.

¹⁹ Entende-se, como Santos e Schnetzler, (2010), que o processo educativo pode contribuir para a formação da cidadania, não exclusivamente, pois outras instituições, tais como: família, associações, sindicatos, etc. também contribuem para a formação dos sujeitos e da sua participação no meio social. Nas palavras dos autores: “[...] constata-se que a formação da cidadania pode ser auxiliada pela educação, sem, contudo, ser ela o único meio para tal, afinal, o processo de conquista da cidadania ocorre por meio da atuação do indivíduo nas diferentes instituições que compõem a sociedade [...]. Isso leva à compreensão de que, em se tratando de cidadania, a escola tem uma contribuição a dar, porém é preciso não ter a ilusão de que esse processo é desenvolvido e concluído apenas nessa instituição” (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 31).

Dito de outro modo, em contraposição a uma ideia ingênua de formação para a cidadania que busca uma sociedade harmônica, mediante a obediência às leis estabelecidas por uma minoria, busca-se uma formação sustentada em valores éticos e no compromisso para com os interesses coletivos. Envolve mais do que a necessidade de regras para um bom convívio e para a cooperação. Engloba o comprometimento para com a comunidade e não o atendimento de interesses privados; a busca coletiva de soluções para as problemáticas existentes, incluindo o ambiente e as condições para a continuidade da vida. Portanto a educação científica para a cidadania, além da compreensão de processos e conceitos científicos, envolve aspectos sociais (ambientais, políticos, econômicos, éticos, históricos, psicológicos, culturais...) subjacentes ao modelo de desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo, implicando na educação moral²⁰ (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

A educação moral, de acordo com Santos e Schnetzler (2010, p. 41) se preocupa em ajudar o aluno a enfrentar dilemas morais e tomar decisões “[...] que necessitam de respostas que sejam morais”.

Fundamentados em Ferreira (1993)²¹, os autores supracitados abordam a questão cultural da sociedade brasileira, que marcada pelo modelo patriarcal, expressa uma cultura de dependência e de passividade que vai na contramão dos princípios de uma cidadania que preza e constrói o coletivo. Nas palavras de Ferreira (1993, 201-202 *apud* SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 39):

A versão patrimonialista que revestiu nossa cultura acabou frustrando, em suas origens, ideias de autonomia, liberdade e cidadania. [...] A concepção dominante é de que o Estado é o doador, o fazedor da ordem, da justiça, do direito e do favor. A figura do “salvador da pátria” – que, até hoje, aparece nos resultados de nossas eleições – tem raízes aí. O povo ainda espera pelo messias e identifica sua presença pela entonação de voz, o andar, a gestualidade, os traços corporais.

O nosso herói não aparece na figura do indivíduo comum, o cidadão, aquele que é portador de ideias e projetos capazes de favorecer a coletividade. Aparece [...] naquele que mostra ter as condições necessárias para resolver os nossos problemas, satisfazer as nossas necessidades, nos dar proteção. Não é de se estranhar, pois, ter se formado aqui um espaço para líderes carismáticos, regimes populistas e autoritarismo. Todos esperam do Estado

²⁰ Segundo Santos e Schnetzler (2010, p. 40) a educação moral “não se refere à educação encarada como processo de transmissão de um quadro de valores, nem a restringe apenas a fazer com o que o indivíduo perceba os valores que são significativos. Tal educação é aquela que é encarada como processo que auxilia o aluno a discernir e a refletir sobre os valores que lhe são significativos e são assumidos por ele. Nesse processo educativo, será a partir de suas experiências que ele construirá o seu quadro de valores”.

²¹ FERREIRA, N. T. **Cidadania**: uma questão para a educação. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

favores que possam ser retribuídos de alguma forma. [...] Nossa cidadania sempre foi muito mais passiva do que ativa.

Como forma de superar essa cultura e buscar construir um compromisso social, no qual prevalece o bem-estar coletivo sobre os interesses particulares, Santos e Schnetzler (2010) destacam a educação moral. Os autores lembram que é necessário refletir com os estudantes “[...] sobre as consequências dos valores paternalistas, clientelistas” que se encontram presentes na cultura brasileira; problematizar as contradições do sistema capitalista e mostrar “o quanto o consumismo tem nos afastado da coletividade e o quanto temos sido *massa de manobra* de interesses econômicos, sobretudo pela manipulação dos meios de comunicação de massa” (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 41, grifo do autor).

Além disso, Santos e Schnetzler (2010) chamam a atenção para o fato da impossibilidade da formação de cidadãos sem o desenvolvimento de valores próprios de uma sociedade humanizada (tais como: a solidariedade, o respeito, a generosidade, a fraternidade, a reciprocidade, entre outros), sem a luta contra as formas de violência e de sua banalização, contra a arbitrariedade, o individualismo, o clientelismo, a desigualdade, a marginalização, na qual a maioria da população tem negado seus direitos básicos à educação, saúde, moradia, etc, e sem a luta contra a impunidade daqueles que se apropriam dos recursos públicos em benefício próprio, “[...] bem como o atendimento prioritário do Estado aos interesses de quaisquer oligarquias políticas” (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 42).

Sendo assim, a educação científica para a cidadania aqui defendida, vai ao encontro dos pressupostos freireanos, resgatando a “vocação ontológica e histórica” dos sujeitos de buscar “ser mais”, de humanizar-se. Busca que se pauta no reconhecimento dos sujeitos como “[...] seres que *estão sendo*, como seres inacabados, inconclusos, *em e com* uma realidade que, sendo histórica também, é igualmente inacabada” (FREIRE, 2003, p. 72, grifo do autor); da posição de sujeitos que “se sabem inacabados” e se inserem no mundo, conscientes de que a realidade não é algo pré-dado, pré-determinado, mas está em constante construção, na qual cada sujeito mantém com ela uma “relação permanente” e ao transformá-la “sofre os efeitos de sua própria transformação” (FREIRE, 2002b, p. 76).

Ou seja, não sendo algo pré-dado, o mundo é uma construção histórico-cultural, no qual há possibilidades de opção, de alteração do quadro atual e os indivíduos, como “sujeitos e não objetos”, como seres históricos, sociais, tornam-se

“[...] capazes de comparar, de valorar, de intervir, de escolher, de decidir, de romper” e por isso se fazem “seres éticos” (FREIRE, 2002a, p. 36).

Para Freire (2002a, p. 37) é impossível pensar o ser humano fora da ética, isso seria uma transgressão. De acordo com ele:

[...] transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador. Se se respeita a natureza do ser humano, o ensino dos conteúdos não pode dar-se alheio à formação moral do educando.

Por isso, o processo educativo que almeja a superação de uma concepção ingênua do mundo, “não pode ou não deve” – nas palavras de Freire (2002a, p. 36) – ser realizado à margem de uma formação ética.

De acordo com Freire (2003), a maneira de contribuir para que o sujeito possa se inserir na construção e na transformação do seu próprio meio social, é superar a compreensão ingênua da realidade por uma crítica, o que não se faz sem a problematização da realidade, das suas contradições, sem o diálogo e a reflexão, em um movimento contínuo de reflexão-ação-reflexão.

Nessa ótica, entende-se que a educação científica para a cidadania, requer um trabalho educativo no qual os aspectos éticos e as discussões sobre interesses sociais que norteiam o desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo, sejam inseridos com o mesmo nível de importância dos aspectos conceituais. Isso é essencial para uma compreensão crítica da realidade e para uma participação efetiva e fundamentada em tomadas de decisão que envolvem ciência e tecnologia, tendo em vista uma mudança social.

Mas “o que significa participação fundamentada? Fundamentada em quê?” (AULER, 2011, p. 82). Participação fundamentada, especificamente quando se trata de encaminhamentos da educação CTS, na visão de Auler (2011), da qual se compartilha neste trabalho, é a participação em tomada de decisão sobre assuntos que envolvem ciência e tecnologia, cujas bases estejam pautadas tanto nas dimensões técnico-científicas, quanto em outras dimensões presentes no campo axiológico.

Auler (2011) cita como exemplo o tema da transgenia: se for visto apenas pelos aspectos técnico-científicos, deixa-se de se abordar outros aspectos igualmente importantes que não podem ser negligenciados, tal como o interesse

econômico no monopólio na produção de sementes, o interesse das grandes companhias voltado para o aumento do lucro privado. Ou seja, limitar-se na discussão e na tomada de decisão, aos aspectos científico-tecnológicos, representa um “retorno à tecnocracia” (AULER, 2011, p. 82).

Auler (2011) também questiona as propostas de ensino com enfoque CTS centradas na avaliação posterior à produção científico-tecnológica. De acordo com o autor, avaliações reduzidas ao contexto dos impactos pós-produção, deixa de lado um aspecto essencial, que é a crítica aos processos.

Isso significa que uma participação, efetiva e fundamentada, em processos decisórios, implica a compreensão sobre a presença de valores na concepção e na produção científico-tecnológica e uma participação não limitada à função de usuário de um determinado produto científico-tecnológico, a quem cabe apenas discutir um produto já pronto e lhe dar um bom uso, procurando minimizar as consequências consideradas negativas (ROSA, AULER, 2016). Uma participação fundamentada envolve a compreensão sobre a não neutralidade da ciência e da tecnologia, implicando a discussão de valores presentes na agenda de pesquisa e a participação na definição dessa mesma agenda (AULER, 2011; ROSA, AULER, 2016).

Em outras palavras, uma participação fundamentada não se reduz ao controle social limitado ao contexto de uso das inovações científico-tecnológicas, pois isso significa o endosso à neutralidade/superioridade das decisões tecnocráticas e desresponsabiliza aqueles que estão envolvidos no processo. Transfere-se para a população a responsabilidade de agir conforme critérios éticos acerca de como fazer uso de um produto já pronto, isentando da responsabilidade aqueles que são os responsáveis pela sua produção.

Esse tipo de participação é insuficiente para que a ciência e a tecnologia correspondam aos interesses e às necessidades sociais, pois atualmente o conhecimento é produzido pelas empresas privadas ou segundo os seus interesses (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011).

Por outro lado, isso não quer dizer que esse tipo de participação (pós-produção) não deva acontecer. Muito pelo contrário, essa perspectiva de participação contribui para questionamentos importantes relacionados à ciência e à tecnologia (STRIEDER; KAWAMURA, 2014; ROSA, AULER, 2016) e no que tange às práticas de ensino, “[...] muitas vezes representa a estratégia crítica possível de

ser abordada diante de uma dada situação, com contribuições à inserção cidadã” (STRIEDER; KAWAMURA, 2014, p. 107).

Conforme já abordado na seção anterior, Strieder (2012) apresenta cinco níveis possíveis de participação social no contexto da educação CTS, que abrangem desde o simples reconhecimento da presença da ciência e da tecnologia até a participação nas esferas públicas²². Para a autora, os distintos níveis de participação devem ser vistos como complementares, pois cada um deles traz contribuições para a educação em ciências.

Cachapuz *et al.* (2011), argumentam que a participação fundamentada em processos decisórios requer a apropriação de conhecimentos científicos para que os sujeitos possam compreender as problemáticas em questão e as opções que são postas em jogo. Por outro lado, entendem que o domínio profundo de conhecimentos específicos, por si só, não garante uma decisão adequada, pois muitas vezes a dificuldade se traduz não na falta de conhecimentos técnico-científicos, mas na ausência de uma perspectiva mais ampla que avalie, a médio e longo prazo, as implicações que o desenvolvimento científico e tecnológico pode trazer em termos de riscos e de repercussões para a população e para o meio ambiente.

Desse modo, menos do que o domínio de um conhecimento muito elevado sobre o assunto, a participação fundamentada solicita dos cidadãos mais um compromisso com uma abordagem ampliada sobre os temas em debate. Ou, dito de outro modo, demanda “a vinculação de um mínimo de conhecimentos específicos, perfeitamente acessível a todos, com abordagens globais e considerações éticas que não exigem especialização alguma” (CACHAPUZ *et al.*, 2011, p. 23).

A partir desses argumentos Cachapuz *et al.* (2011) rebatem as críticas de autores como Shamos (1995)²³ e Fensham (2002)²⁴ que apresentam a alfabetização científica como sendo um “mito irrealizável”, pois o propósito que se almeja para a

²² Strieder (2012, p. 202) sistematiza os níveis de participação social da seguinte maneira: o primeiro corresponde ao “reconhecimento da presença da CT na sociedade”; o segundo envolve a participação no âmbito de “decisões individuais”, ligadas à avaliação de “riscos e benefícios” da CT; o terceiro nível de participação envolve “decisões coletivas”, abrangendo “discussão de problemas e impactos ou transformações”; no quarto, a participação social ocorre mediante “identificação de contradições” e por “mecanismos de pressão”; e o quinto, mais crítico, a participação ocorre no contexto das políticas públicas.

²³ SHAMOS, M. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick (NJ): Rutgers University Press, 1995.

²⁴ FENSHAM, P. J. Time to change drivers for scientific literacy: **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 2, n. 1, 9-24.

educação científica, não é o de que cada estudante se torne uma/um cientista, mas que todos os sujeitos tenham acesso a uma educação científica de qualidade, que lhes garanta a apropriação crítica e multidimensional dos conhecimentos científicos, que lhes possibilitarão compreender e questionar a ciência e a tecnologia contemporânea, entender as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade e participar responsabilmente nos processos decisórios, mediante o entendimento da ciência como parte da cultura.

No que diz respeito à preparação das (os) futuros cientistas, também há o posicionamento de que não deva ser centrada exclusivamente nos aspectos conceituais, pois assim contribuiria para uma visão equivocada da ciência e para o desinteresse dos jovens. Nessa ótica, considera-se que a “melhor formação científica inicial que pode receber um futuro cientista é integrado no conjunto dos cidadãos” (CACHAPUZ *et al.*, 2011, p. 30). Isso quer dizer que a alfabetização científica não deve ser percebida como um

‘desvio’ ou ‘rebaixamento’ para tornar acessível a ciência à generalidade dos cidadãos, mas antes uma reorientação do ensino absolutamente necessária também para os futuros cientistas; necessária para modificar a imagem deformada da ciência hoje socialmente aceita e lutar contra os movimentos anti-ciência que daí derivam; necessária, inclusivamente, para tornar possível uma aquisição significativa dos conceitos (CACHAPUZ *et al.*, 2011, p. 30)

Assim, para Cachapuz *et al.* (2011), a alfabetização científica é desejável e possível. Contudo, existem vários obstáculos que precisam ser enfrentados para a sua efetivação, sendo um dos principais a necessidade de uma “renovação epistemológica dos professores”, no sentido da superação de concepções inadequadas ou mesmo incorretas sobre a natureza da ciência e da atividade científica. Implica, também, uma reorganização do ensino e dos conteúdos, de modo a contemplar as inter-relações CTS. Envolve uma reorientação didático-metodológica e uma formação docente adequada e consistente (CACHAPUZ *et al.*, 2011; CACHAPUZ, 2011).

Von Linsingen (2007) também defende uma “renovação educativa” para atender aos propósitos da educação CTS com vistas à formação cidadã. Nas palavras do autor, uma renovação educativa, proposta a partir de uma perspectiva CTS,

pode ser favorecida por uma mudança de olhar, de educadores e de educandos, através da qual o ensino de ciências e tecnologia deixa de ser focado em conteúdos distantes e fragmentados, baseados em conhecimentos científicos supostamente neutros e autônomos, e passa a ser focado em situações vividas pelos educandos em seus contextos vivenciais cotidianos (VON LINSINGEN, 2007, p. 13).

Nesse sentido, não basta incorporar superficialmente questões sociais nas aulas de ciências, é preciso se preocupar com a articulação dos conteúdos com a realidade dos alunos, com a problematização crítica de processos científico-tecnológicos, seus valores e suas repercussões sociais, com a participação ativa dos estudantes nas discussões e com propostas que os envolvam em ações concretas frente aos problemas reais, em contraposição ao ensino propedêutico, pautado na memorização e na passividade (SANTOS; MORTIMER, 2001 e 2002; REIS, 2013).

Portanto concretizar propostas CTS “é muito diferente de simplesmente maquiar currículos com ilustrações do cotidiano” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 17). É preciso substituir o currículo convencional, centrado na transmissão dos saberes, por um currículo com ênfase na construção de conhecimentos e capacidades necessárias ao exercício da cidadania (SANTOS; MORTIMER, 2002; FREITAS, 2008; REIS, 2013).

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009), ressaltam que o enfoque CTS apresenta-se como uma postura epistemológica que pode ser adotada pelos professores e que poderá contribuir para a concretização de novas estratégias de ensino que propiciem ao aluno o desenvolvimento do seu espírito crítico e reflexivo.

Requer o abandono da prática da memorização e da fragmentação dos conhecimentos e implica assumir a intervenção pedagógica como ação conjunta, na qual docentes e alunos atuam no sentido da construção do conhecimento científico. O que significa a necessidade de construir uma compreensão coerente e crítica sobre a ciência, a tecnologia e o modo como se inter-relacionam com a sociedade. Nessa ótica, é preciso desmistificar a ciência, concebendo-a não mais como algo imutável e infalível, mas ao contrário, como constructo social carregado de afirmações sujeitas a críticas e alterações (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Como lembra Von Linsingen (2007), é preciso questionar sobre o trabalho científico e sobre quem são as (os) cientistas, trazendo à tona a rede de interesses e de relações de poder que permeiam tal atividade. Faz-se necessário abordar sobre

como as (os) cientistas e os grupos dos quais participam, conseguem concretizar suas tarefas, o que requer problematizar os financiamentos das investigações, perguntando-se, por exemplo, de onde vêm os recursos para as pesquisas científicas? Quem as financia e por quê? Os financiamentos têm privilegiado investigações em quais áreas?

Um trabalho pedagógico nessa perspectiva contribui para a compreensão de que o desenvolvimento científico se constitui a partir de uma ampla rede, que conta com inúmeros sujeitos, tais como: pesquisadoras e pesquisadores de universidades, laboratórios de empresas, financiadores privados e dos governos, comitês que definem políticas científico-tecnológicas, grupos de interesse, desvelando desse modo, que a ciência é uma atividade social e que as (os) cientistas não são “seres especiais”, mas sim que o empreendimento científico é desenvolvido por um grupo de pessoas comuns, cujas pesquisas são financiadas segundo concepções do que é ciência, do que é considerado importante, mediante “comitês assessores formados por pessoas comprometidas com algum tipo de conhecimento e com interesses determinados, sejam eles financeiros ou ideológicos” (VON LINSINGEN, 2007, p. 15).

Segundo Hodson (1998, p. 20, tradução nossa), envolve apresentar aos estudantes uma imagem humana da ciência e dos (as) cientistas:

Acima de tudo, eu quero lembrar os estudantes de que a ciência é realizada por pessoas, e de que essas pessoas, como todas as outras, têm pontos de vista, valores, crenças e interesses. Eu quero que o currículo mostre aos estudantes que essas pessoas (cientistas) podem ser calorosas, sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas. Mais importante, quero que eles percebam que as pessoas que são calorosas, sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas ainda podem tornar-se cientistas, embora lhes seja exigida a condução do seu trabalho de acordo com códigos de prática estabelecidos, avaliados e mantidos pela comunidade de cientistas.

Isso mostra que a ciência é feita por sujeitos sociais; influencia e é influenciada pelas questões sociais, portanto, não é neutra, nem autônoma e suas “verdades” são sempre provisórias, questionáveis e sujeitas a modificações. Além disso, as novidades científico-tecnológicas trazem vantagens, mas também geram riscos e consequências (AULER; DELIZOICOV, 2001; PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2009; AULER, 2011).

No mesmo sentido, é necessário um entendimento ampliado do que é tecnologia, reconhecendo-a como uma produção social, que assim como a ciência,

não pode ser compreendida fora do seu contexto social, cultural e político, nem pode ser entendida como atividade que se faz distante dos interesses de determinados grupos. Ou seja, a tecnologia também não é neutra, nem autônoma (VON LINSINGEN, 2007).

Santos e Schnetzler (2010), ao abordar sobre a tecnologia, apresentam o esquema de Pacey (1990)²⁵, mostrando que a tecnologia envolve três aspectos principais: técnico, organizacional e cultural.

O *aspecto técnico* relaciona-se a conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos humanos e materiais; matérias-primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos. O *aspecto organizacional* compreende a atividade econômica e industrial; a atividade profissional dos engenheiros, técnicos e operários da produção; o envolvimento de usuários e consumidores; a atuação de sindicatos. Já o *aspecto cultural* refere-se aos objetivos, sistema de valores e códigos éticos, crenças sobre o progresso, consciência e criatividade (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 64-65).

De acordo com Santos e Schnetzler (2010), geralmente as pessoas possuem um entendimento de tecnologia a partir do aspecto técnico. Contudo, é importante que se promova uma compreensão dos aspectos organizacionais e culturais, para que se entenda a tecnologia como empreendimento humano, sobre o qual há influências sociais e sobre o qual os sujeitos podem decidir e direcionar o seu rumo. Isso solicita um entendimento de que os cidadãos podem participar ativamente e de modo crítico nos processos decisórios que envolvem o uso e o desenvolvimento das tecnologias (VON LINSINGEN, 2007; SANTOS; SCHNETZLER, 2010). E implica a compreensão da inseparabilidade entre ciência, tecnologia e sociedade.

Para Von Linsingen (2007, p. 17):

a escola, ou mais amplamente a educação em ciências e tecnologia, assume um papel diferente do tradicional, estando muito mais comprometida com uma formação não para a ciência como coisa em si mesma, neutra e independente, mas como uma atividade social, com origem e fim social e por coerência, também política, econômica e culturalmente comprometida e referenciada. Do mesmo modo, também não deverá contemplar a concepção hegemônica de tecnologia, ambientada para a reprodução do sistema dominante, mas para o atendimento de interesses acordados por um número cada vez mais significativo de atores sociais.

²⁵ PACEY, A. **La cultura de la tecnología**. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

Dessa maneira, a escola pode contribuir para o estudo, o questionamento crítico e a reflexão ética e política acerca das inovações da ciência e da tecnologia, assim como dos seus impactos sociais. Nesse contexto, o papel do professor é fundamental para a promoção de uma prática pedagógica contextualizada e interdisciplinar, que instigue a pesquisa, a reflexão, o questionamento e o posicionamento crítico, com vistas à formação de cidadãos, que subsidiados pelos conhecimentos da educação formal, poderão superar as contradições do contexto social, tomar decisões responsáveis e atuar socialmente no sentido da transformação da sua própria realidade (AULER; DELIZOICOV, 2001; PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2009; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009; BAZZO, 2014).

As práticas de ensino sob o enfoque CTS requerem o desenvolvimento de uma mediação didático-pedagógica para a problematização, reflexão, análise e compreensão de problemas reais. A partir deles, buscam-se os conhecimentos necessários para compreendê-los, para formular um posicionamento crítico, para tomar decisões e intervir socialmente em sua solução (SANTOS, 2007).

Em tal processo, de acordo com Santos (2007), as ações pedagógicas são efetivamente contextualizadas, com os seguintes propósitos: I) desenvolver valores e atitudes coerentes e responsáveis, centradas nas necessidades humanas; II) auxiliar na compreensão de conceitos científicos e na compreensão da natureza da ciência; e III) instigar os estudantes a estabelecer relações entre os conteúdos escolares e as problemáticas do cotidiano.

A contextualização ocorre mediante a abordagem de temas sociais e problemáticas reais, que possibilitam a discussão e o estudo de conceitos científicos, que por sua vez, contribuirão para a compreensão mais ampla dos temas/problemas inicialmente problematizados (SANTOS 2007; SANTOS; SCHNETZLER, 2010). A prática pedagógica pode ser estruturada a partir da sequência proposta por Aikenhead (1990)²⁶, citada por Santos e Schnetzler (2010), na qual os temas sociais constituem ponto de partida e de chegada dos processos de ensino.

²⁶ AIKENHEAD, G. S. Science-technology-society Science education development: from curriculum policy to student learning. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE ENSINO DE CIÊNCIAS PARA O SÉCULO XXI: ACT – Alfabetização em ciência e tecnologia, 1., **Anais ...**, Brasília, jun. 1990 (mimeografado).

As etapas dessa sequência são sintetizadas da seguinte maneira: I) uma problemática proveniente do contexto social é introduzida; II) uma tecnologia concernente ao tema é apresentada e analisada; III) o conteúdo científico é definido a partir do tema social e da tecnologia relacionada; IV) a tecnologia é estudada, com o suporte do conteúdo apresentado; V) a questão social é discutida novamente, favorecendo, quando possível, um processo de tomada de decisão acerca do assunto (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Tal perspectiva de trabalho favorece a apropriação de conhecimentos científicos articulados à prática social, possibilitando ao aluno não somente entender conceitos, mas compreender como esses estão presentes em seu mundo e como utilizá-los na vida cotidiana.

Auler (2007) também destaca que as propostas de ensino sob o enfoque CTS implicam abertura ao contexto social, a temas/problemas contemporâneos que envolvem os aspectos da ciência e da tecnologia e que tenham significado para os alunos. Uma abordagem interdisciplinar é requisitada, pois ao focar temas sociais, serão solicitados conceitos e explicações de diversas áreas das ciências naturais e sociais. O autor enfatiza três dimensões interdependentes: a abordagem de temas socialmente relevantes, a interdisciplinaridade e a democratização de processos decisórios em temas relativos à ciência e à tecnologia.

Auler (2007) propõe uma abordagem teórico-metodológica pensada para o contexto brasileiro, formulada a partir da aproximação entre os pressupostos freireanos e os encaminhamentos dados às propostas com enfoque CTS. Com base em seu trabalho anterior, realizado em 2002, Auler (2007, p. 9) destaca que para uma “leitura crítica da realidade”, possibilitando ações direcionadas à sua transformação, é fundamental a problematização de construções históricas sobre a atividade científico-tecnológica, que se caracterizam nos mitos da “suposta superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à CT e o determinismo tecnológico”.

Como um exemplo de implementação em sala de aula, o autor supracitado apresenta o tema “Modelos de transporte: implicações sócio-ambientais”, estruturado metodologicamente a partir da dinâmica dos três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento).

A dinâmica metodológica dos três momentos pedagógicos foi idealizada por Delizoicov (1991), fundamentada no referencial de Paulo Freire. Essa dinâmica de prática docente está pautada nas categorias “dialogicidade” e “problematização”, que fundamentam a “investigação temática”, da qual se obtém os chamados “temas geradores” propostos por Freire. Sendo assim, para entender a dinâmica dos três momentos pedagógicos, faz-se necessário abordar, ainda que de maneira muito breve, alguns aspectos presentes na proposta educativa de Paulo Freire (2003)²⁷.

Na proposta educativa de Freire (2003), a conscientização dos sujeitos – condição para a superação de uma postura ingênua e passiva, para uma postura crítica, ativa e interferente no mundo – acontece a partir do diálogo mediado pelas suas condições existenciais. Isso é realizado por meio de “temas geradores”, que organizam o conteúdo a ser trabalhado, e são obtidos por “investigação temática”²⁸. Nas palavras de Freire (2003, p. 86): “será a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que poderemos organizar o conteúdo programático da educação ou da ação política”.

Ou seja, no processo educativo, a apropriação de conhecimentos ocorre a partir da compreensão de temas vinculados às situações-problema, os desafios enfrentados pelos sujeitos da comunidade local. Nesses “[...] temas geradores, originados localmente, manifestam-se as contradições da cultura social mais ampla e representam o ponto de partida para ampliar e alcançar uma visão global da sociedade” (AULER, 2007, p.5).

A perspectiva da dialogicidade, portanto, tem seu início na busca do conteúdo a ser abordado (FREIRE, 2003). Tal conteúdo, identificado na realidade local,

²⁷ Para compreensão aprofundada da proposta educativa de Freire, ver o capítulo III de Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 2003).

²⁸ A “investigação temática” foi proposta para a Educação de Adultos e envolve um processo, organizado em 5 etapas: 1) na primeira etapa, chamada de levantamento preliminar, faz-se um levantamento das condições da realidade e dos problemas locais, por meio de conversas informais com os sujeitos e de informações obtidas de fontes secundárias; 2) na segunda etapa os dados coletados passam por um processo de análise e faz-se a escolha das contradições presentes na realidade, que serão codificadas e apresentadas na etapa subsequente; 3) a terceira etapa contempla os diálogos descodificadores, que acontecem mediante o retorno dos investigadores à comunidade local para a discussão das contradições vividas, resultando desse processo, os temas geradores. 4) A quarta etapa, denominada de redução temática, caracteriza-se pela elaboração do programa a ser colocado em prática na etapa seguinte. Por meio do trabalho de uma equipe interdisciplinar, são identificados e selecionados os conhecimentos necessários à compreensão dos temas. 5) A quinta etapa se refere ao trabalho em sala de aula, com o programa e materiais didáticos estabelecidos. Para melhor compreensão dessas etapas sugere-se consultar: Freire (2003); Delizoicov (1991).

representa “situações-limite”²⁹ dos estudantes, que precisam ser enfrentadas e superadas.

A educação problematizadora proposta por Freire (2003, p. 72) se “empenha na desmistificação” dessa realidade, para melhor compreender suas contradições e propiciar sua superação, na qual o diálogo assume condição essencial.

Nesse processo, a tarefa do professor, de acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), envolve, de um lado, problematizar as situações-limite trazidas pelos estudantes, apreendendo os significados e interpretações que eles fornecem ao tema e, também, àqueles que os próprios professores possuem em relação ao tema de estudo; e de outro lado, sistematizá-los a partir do conhecimento científico, favorecendo a ruptura dos conhecimentos de senso comum para dar lugar a novas compreensões, com base no conhecimento científico, possibilitando a ampliação da capacidade de compreensão da realidade e de intervenções socialmente responsáveis.

Desse modo, os pressupostos freireanos apontam caminhos para a sistematização de uma prática pedagógica que contribui para a superação do senso comum. E é nesse sentido que o processo de codificação-problematização-descodificação³⁰ precisa estar presente nos três momentos pedagógicos, pois fornece os subsídios para tal superação (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009).

Os três momentos pedagógicos se referem à: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (DELIZOICOV, 1991; DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009). A problematização inicial é um momento em que apresentam-se situações aos estudantes e o professor, por meio da problematização, desafia-os a fornecer explicações, interpretações, de modo a identificar os conhecimentos que já possuem sobre o tema. Chama a atenção e contrapõe interpretações distintas, percebe limitações e instiga os estudantes no sentido de fazê-los sentir necessidade de apropriar-se de outros conhecimentos que ainda não possuem, ou seja, coloca-se

²⁹ Conforme Vieira Pinto (190, p. 284 *apud* Freire, 2003, p. 90) as “situações-limite”, dizem respeito às situações concretas, desafiantes, frente às quais os sujeitos precisam empenhar-se em seu enfrentamento e superação, entendendo-as não como “o contorno enfranqueável onde terminam todas as possibilidades, mas a margem real onde começam todas as possibilidades; “não a fronteira entre o ser e o nada, mas a fronteira entre o ser e o ser mais”.

³⁰ Para Freire (2003, p. 97): “A codificação de uma situação existencial é a representação desta, com alguns de seus elementos constitutivos, em interação. A descodificação é a análise crítica da situação codificada”.

para eles “um *problema* para ser resolvido” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 54, grifo do autor).

Segundo Delizoicov (1991, p. 183), o reconhecimento dos conhecimentos e interpretações dos estudantes têm como propósito “promover um distanciamento crítico, para aplicá-lo em várias outras situações também, do cotidiano, procurando as suas possíveis consistências, contradições, limitações”.

Durante o segundo momento, os conhecimentos científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial serão estudados, de maneira sistematizada, sob a orientação do professor que poderá planejar e desenvolver diversas atividades para que

[...] o aluno apreenda de forma a, de um lado, perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados e, de outro, a comparar esse conhecimento com o seu, de modo a usá-lo, para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 55)

O terceiro momento corresponde à aplicação do conhecimento, ou seja, o conhecimento sistematizado, que os estudantes apropriaram-se, passa a ser utilizado, de acordo com Delizoicov e Angotti (1992, p. 55), para “[...] analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento”. Almeja-se que os estudantes saibam articular e empregar os conhecimentos científicos em situações reais do seu cotidiano e não simplesmente encontrar soluções e resolver problemas dispostos nos livros escolares (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009).

Observa-se que a dinâmica metodológica dos três momentos pedagógicos pode contribuir para o ensino de ciências com enfoque CTS, na medida em que seus fundamentos e estruturação têm presentes as dimensões da dialogicidade e da problematização, em torno de temas socialmente relevantes, que constituem adversidades reais do cotidiano dos estudantes. Trabalhados em uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada favorecem a compreensão crítica das situações existenciais, bem como, o desenvolvimento de ações concretas para a superação dos dilemas contemporâneos.

Isso significa que o processo de aprendizagem - em contraposição a uma concepção linear, propedêutica, na qual primeiro o estudante aprende e depois participa em seu meio social - é entendido como um processo indissociável de

reflexão-ação-reflexão no tempo presente, ou seja, o processo de conhecer não ocorre distanciado da prática social, mas ao contrário, parte dela e a ela se volta. Por conseguinte esse processo não ocorre no sentido de vencer uma lista de conteúdos desconectados da realidade, mas no sentido de problematizar os sujeitos em suas relações com a realidade, tornando os problemas reais os objetos de estudo, sendo a prática educativa intencionalmente direcionada para contribuir na superação de uma concepção ingênua por uma crítica sobre o mundo e um engajamento consciente dos sujeitos para modificá-lo (FREIRE, 2003).

Assim, a proposta CTS para a formação cidadã aqui defendida, vai além de discutir as relações recíprocas entre ciência, tecnologia e sociedade. Implica o desenvolvimento de uma consciência crítica acerca dessas relações e a otimização de uma postura interferente no meio social.

Sobre propostas com esse direcionamento, envolvendo controvérsias sociocientíficas³¹, Reis (2013) discute implicações para a prática educativa. Defende que o desenvolvimento de ações sociopolíticas solicitam práticas pedagógicas “[...] fortemente centradas nos alunos e nos problemas [...] que eles consideram interessantes e socialmente relevantes” (REIS, 2013, p. 5). Desse modo, as práticas educativas focadas no professor e na transmissão passiva de conteúdos desligados da realidade dos estudantes, dão ao lugar às atividades de pesquisa pensadas e desenvolvidas pelos próprios estudantes e às atividades voltadas à busca de solução para os problemas e para tomadas de decisão e envolvimento ativo em ações sociopolíticas, tendo por base os resultados das investigações por eles realizadas.

A atuação docente passa a contemplar: “[...] a exploração de aspetos da natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente”, compreendendo a ciência e a tecnologia como constructos humanos, que incorporam valores, controvérsias e cujo entendimento e decisão precisam levar em consideração tanto os aspectos técnicos, quanto as dimensões sociais; e “a promoção de competências cognitivas, sociais e morais necessárias à autonomia intelectual e ao envolvimento ativo dos cidadãos na identificação de problemas e na

³¹ As controvérsias sociocientíficas, no entendimento de Reis (2013, p. 1), referem-se às “questões suscitadas por interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente que dividem a sociedade e relativamente às quais diferentes grupos de cidadãos apresentam explicações e possíveis soluções que são incompatíveis, baseadas em crenças, compreensões e valores incompatíveis”.

procura de soluções para esses mesmos problemas, num ambiente democrático” (REIS, 2013, p.5).

A prática educativa, nessa ótica, está em consonância às ideias de Freire (2003), que concebe os estudantes como sujeitos do processo de construção de conhecimentos. Processo que parte do próprio contexto social, das problemáticas reais enfrentadas pelos estudantes, e cujas práticas pedagógicas não só estimulam o pensar crítico, mas uma ação interferente no mundo, pois sustenta-se no pressuposto de que não basta pensar criticamente a realidade, é preciso agir sobre ela.

Como exemplos de possibilidades de envolvimento efetivo de estudantes e professores em ações sociopolíticas sobre questões sociocientíficas, Reis (2013, p.6) destaca:

1) organização de grupos de pressão responsáveis pela (a) redação e divulgação de cartas e petições junto do poder político ou de outras instituições e (b) pela realização de boicotes a determinados produtos elaborados a partir de práticas industriais e/ou investigativas consideradas socialmente controversas; 2) da realização de iniciativas de educação (sessões de esclarecimento; dinamização de fóruns de discussão e de blogues sobre temas controversos; construção de cartazes e panfletos informativos; campanhas através de redes sociais como o Facebook, o Orkut ou o Twitter; etc.) junto de outros cidadãos com o objectivo de promover a mudança de comportamentos considerados, por exemplo, ecologicamente insustentáveis; 3) da participação em iniciativas de voluntariado promotoras de uma sociedade mais justa e ética; 4) da proposta de soluções inovadoras para problemas locais e/ou globais; 5) da mudança dos próprios comportamentos tendo em vista, por exemplo, a diminuição de problemas ambientais (reciclagem, reutilização, redução do consumo, aumento da eficácia energética, etc.).

Em termos da preparação dos estudantes para esse envolvimento ativo, segundo Reis (2013) é necessário: a promoção de aprendizagens sobre controvérsias sociocientíficas, implicando trabalho sobre as inter-relações CTS e aspectos da natureza da ciência; participação dos estudantes em atividades de pesquisa, de discussão, de resolução de problemas, entre outras que favoreçam o desenvolvimento de capacidades (de pesquisar, analisar, argumentar, tomar decisão, comunicar, etc.); envolvimento em investigações primárias (aquelas em que os estudantes entram em contato direto com o fenômeno estudado) e secundárias (a partir da coleta e análise de informações adquiridas por outros sujeitos); promoção de exemplos de ativismo; e apoio docente aos estudantes durante as ações sociopolíticas.

Hodson (2014, p. 68, tradução nossa) afirma que na última década tem sido verificada uma aclamação por uma educação científica e tecnológica mais radical e politizada, na qual docentes e estudantes não somente abordam problemas contemporâneos complexos e constroem um posicionamento sobre eles, mas se preparam e se envolvem em ações sociopolíticas que “acreditam que ‘farão a diferença’”.

Esse tipo de currículo, baseado em problemas e orientado para a ação, defendido por Hodson (2014, p. 69, tradução nossa), enfatiza o compromisso com a ação dos estudantes, entendendo que os professores podem desempenhar um importante papel na busca da superação da apatia política e no resgate da participação dos cidadãos nas decisões sobre questões científico-tecnológicas, que diretamente ou indiretamente, interferem na vida de todos. O autor argumenta que os estudantes precisam de oportunidades para trabalhar coletivamente, assumir responsabilidades e participar de atividades voltadas à concretização de mudanças. O que solicita “cultivar um senso de comunidade e desenvolvimento de consciência de vínculos com os outros, obrigações e responsabilidades e nós precisamos mostrar aos estudantes como estabelecer, apoiar e sustentar comunidades politicamente ativas”.

Para Hodson (2014), o currículo da educação científica e tecnológica precisa se concentrar, principalmente, em duas das seis “correntes”³² descritas por Erminia Pedretti e Joanne Nazir (2011 *apud* HODSON, 2014)³³ relativas à educação CTSA, que são: a sociocultural (que envolve o reconhecimento da ciência e da tecnologia como instituições sociais e sua crítica) e a socio-ecojustiça (que envolve criticar e abordar questões sociocientíficas por meio de ações diretas e indiretas).

Com isso, Hodson (2014, p. 69, tradução nossa) ressalta que “os estudantes precisam aprender a participar e precisam experimentar a participação”, ou seja, não basta somente falar sobre participação, mas é preciso efetivamente envolver-se em

³² Erminia Pedretti e Joanne Nazir (2011 *apud* HODSON, p. 69) descreveram variações e mudanças no foco de CTSA em termos de seis "correntes": aplicação/projeto (resolução de problemas práticos por meio da concepção de uma nova tecnologia ou da adaptação de tecnologias antigas); histórico (compreensão da inserção sociocultural da ciência e da tecnologia); raciocínio lógico (usando uma série de perspectivas para entender os desenvolvimentos científicos e tecnológicos); centrado no valor (abordando a multidimensionalidade de questões sociocientíficas, incluindo preocupações éticas e morais); sociocultural (reconhecendo e criticando a ciência e a tecnologia como instituições sociais); socio-ecojustiça (criticando e abordando questões sociocientíficas por meio de ações diretas e indiretas).

³³ PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, v. 95, n. 4, 2011, pp. 601-626.

ações e, também, encorajar outros sujeitos (pais, avós, amigos, parentes, vizinhos, empresas locais, etc) a se envolverem.

Nessa abordagem, as práticas pedagógicas têm como preocupação central auxiliar os estudantes a se prepararem e se envolverem em ações responsáveis, ajudando-os a desenvolverem habilidades, atitudes e valores que lhes possibilitarão conduzir suas vidas, agir cooperativamente com outros sujeitos para gerar transformações e atuar para a concretização de um mundo mais justo e sustentável, no qual o poder, a riqueza e os recursos são equitativamente compartilhados (HODSON, 2014).

De acordo com o autor supracitado, quando a escola encoraja os estudantes a agir, promovendo oportunidades de envolvimento, fornecendo contato com exemplos de ações bem-sucedidas realizadas por outros, amplia-se a probabilidade de os alunos tornarem-se cidadãos ativos em suas vidas adultas.

A título de exemplos, Hodson (2014) comenta que em relação à temática ambiental, as ações podem incluir: o monitoramento dos níveis de poluição em rios locais, orientação às famílias, agricultores e indústrias locais sobre a eliminação segura de resíduos tóxicos, instituição de programas de reciclagem de vidro, papel e alumínio, organização de boicotes de consumidores a produtos ambientalmente inseguros, publicação de boletins informativos, plantio de árvores, construção de horta comunitária, dentre outros.

No que se refere a outros assuntos, as ações podem envolver, por exemplo: declarações públicas e escrita de cartas, construção de sites informativos, jornais, organização de petições e reuniões comunitárias, elaboração de cartazes, distribuição de folhetos, elaboração de materiais multimídia informativos, pressão política por meio de envolvimento regular nos assuntos do governo local, etc. (HODSON, 2014).

Hodson (2014) faz uma distinção entre ações diretas e indiretas. Como exemplos de ações diretas, menciona a reciclagem, a limpeza de um córrego ou de uma praia, o uso de bicicleta ao invés do carro, entre outras. As ações indiretas podem incluir: compilação de petições, distribuição de folhetos, artigos em jornais, etc.

Problematizando os tipos de ações, fundamentado em Jensen e Schnack (1997)³⁴, Hodson (2014, p. 81), discute que alguns educadores ambientais tendem a desvalorizar as ações indiretas realizadas com os alunos, como ‘meros exercícios de sala de aula’, exaltando as virtudes da ação direta. Todavia é necessário avaliar cuidadosamente antes de se fazer tal julgamento, pois embora a ação direta seja muito importante e gere impacto significativo, pode, também, desviar a atenção das causas profundas do problema. Ou, dito de outro modo, as ações diretas, como por exemplo, realizar a limpeza de uma praia, trará benefícios imediatos, mas se não for realizada uma investigação em torno das causas e uma intervenção apropriada tendo em vista as causas de tal problema ambiental, uma solução duradoura não será realizada; quando os cidadãos fazem reciclagem e compram “produtos ecológicos”, também estão colocando em prática ações importantes e que precisam ser incentivadas, mas que podem não ter impacto sobre as estruturas sociais e econômicas que estão criando os problemas, podem não influenciar a economia insustentável do uso, produção e consumo de recursos.

Daí a importância de se trabalhar intensivamente e criticamente com os estudantes sobre os valores e interesses sociais subjacentes que direcionam o desenvolvimento científico-tecnológico, os “mitos” da suposta neutralidade científico-tecnológica colocados por Auler (2002). Isso não significa que não se devam instigar entre os alunos as ações diretas. A realização dessas ações, com a orientação e o apoio escolar, é fundamental para a formação dos sujeitos e para a sociedade. Por outro lado, não podem ser silenciadas as questões sociais mais amplas (políticas, econômicas, éticas...) que envolvem o tema. Como aponta Hodson (2014), é necessário problematizar e refletir criticamente sobre as responsabilidades sociais, não somente dos sujeitos e de suas famílias, mas dos governos, das grandes corporações, das transnacionais, entre outros grupos sociais que detêm o poder. São necessárias tanto as ações empregadas em nível individual, quanto coletiva.

Conforme Hodson (2014), é importante os estudantes perceberem que, muitas vezes, as ações individuais podem ser limitadas em seu impacto. As ações coletivas ganham força e podem exercer pressão sobre os governos (em esfera local, regional ou nacional), ajudando a romper barreiras para mudar e criar políticas

³⁴ JENSEN, B. B.; SCHNACK, K. The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, v. 3, n. 2, p. 163-178, 1997.

e práticas alternativas, na direção de uma sociedade mais ética, justa, responsável e ambientalmente sustentável.

Na visão do autor, é necessário mudar não somente o nosso comportamento individual passivo, mas investir em medidas para mudar o comportamento dos demais sujeitos da sociedade e garantir que os interesses de todos sejam levados em conta nas decisões políticas.

Vale destacar que, de acordo com Dagnino, Silva e Padovanni (2011, p. 130), deslocar o problema das repercussões negativas da ciência e da tecnologia para o modo de usar o conhecimento já produzido, reforça a neutralidade da ciência e da tecnologia e “desresponsabiliza a comunidade de pesquisa dessas implicações”. Isto é, a incorporação de critérios éticos apenas na etapa pós-produção, silencia a responsabilidade daqueles que a produzem – a comunidade científica “[...] e ainda a responsável pela formação de outros pesquisadores, professores e uma gama de profissionais que passam pelas instituições de ensino”.

Isso mostra o importante papel que a educação em ciências, especialmente a educação CTS, tem para com a formação de sujeitos que atuarão nas diferentes esferas sociais, tanto em nível individual, quanto coletivo; e o quanto as instituições de ensino podem contribuir para a formação de profissionais que, compreendendo criticamente as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, poderão agir em favor da construção de um novo modelo de sociedade.

No que se refere às ações indiretas realizadas no contexto escolar, Hodson (2014) esclarece que precisam ser autênticas, envolvendo situações reais, por exemplo, ao invés de redigir uma carta para um editor de jornal fictício, os estudantes podem escrever para um editor real, expressando preocupações reais em relação a um determinado tema.

É importante, também, que o professor identifique quais ações são possíveis no contexto da sua escola, considerando a realidade social da sua comunidade e dos seus alunos, avaliando a viabilidade e a adequação das ações, as restrições e as barreiras, as prioridades em termos de urgência, o tempo de execução e os recursos necessários. Além disso, Hodson (2014) alerta para o fato de que um currículo orientado para a ação pode gerar controvérsia e pode provocar oposição de outros professores, de gestores escolares, de pais de alunos e de membros da comunidade local, pois, enquanto algumas práticas não provocam controvérsia (como por exemplo: atuar na limpeza de uma praia, coletar água da chuva, realizar

um trabalho voluntário na comunidade, etc.), outras ações (desafiar conselhos locais, organizar manifestações, boicotes, etc.) podem provocar oposições. Portanto “os professores precisam estar preparados para a reação e precisam de coragem para enfrentar a oposição. Implementar esse tipo de currículo não é ‘um passeio fácil’” (HODSON, 2014, p. 84, tradução nossa).

Segundo Hodson (2014), construir esse currículo orientado para a ação, envolve quatro elementos chave:

1) o trabalho com as questões sociocientíficas, abordando os aspectos científicos, tecnológicos e os aspectos sociais, culturais e econômicos que eles incorporam, bem como, o trabalho a respeito da natureza da ciência e a preocupação com a alfabetização midiática dos estudantes³⁵;

2) o desenvolvimento de valores éticos, morais, o respeito à diversidade humana, aos direitos humanos, a preocupação em relação aos outros sujeitos, suas opiniões, necessidades e interesses, a preocupação com a formação de sujeitos comprometidos com interesses coletivos, voltados à construção de uma sociedade mais justa e ambientalmente sustentável;

3) a promoção de um envolvimento emocional dos estudantes para com as questões tratadas, pois quando os alunos se envolvem emocionalmente em um determinado tema, as chances de se mobilizarem conscientemente e se comprometerem na realização de ações positivas são bastante ampliadas, lembrando que o envolvimento direto com a realidade, com os problemas locais, geram maior sensibilização e engajamento. “É importante notar que as experiências de aprendizagem informal parecem ser muito mais eficazes do que a escolaridade formal na conscientização sobre questões, mudanças de atitudes, reorientação de valores e vontade para se envolver em ação sociopolítica” (HODSON, 2014, p. 77, tradução nossa).

³⁵ Ser alfabetizado midiaticamente, no entendimento de Hodson (2014), significa ser capaz de acessar, compreender, analisar, avaliar, comparar e contrastar as informações presentes em diversas fontes e utilizar essas informações de maneira criteriosa e adequada para elaborar seu próprio resumo sobre o tema em questão. Significa reconhecer que o uso de uma determinada linguagem, de símbolos, de imagens pode trazer impactos, influenciando no valor e na credibilidade que uma mensagem pode passar. Significa, também, ser capaz de captar o propósito e a intenção do escritor, compreender os significados implícitos no texto, detectar interesses, distinguir entre informações confiáveis e não confiáveis, entre informações boas e pouco consistentes; entender que as mídias elaboradas por especialistas, trazem elementos pensados justamente para prender a atenção dos indivíduos, para acionar as suas emoções, para convencer em relação a um ponto de vista; o sujeito alfabetizado midiaticamente compreende que os materiais podem ser tendenciosos e podem utilizar técnicas variadas para persuadir as pessoas.

4) o desenvolvimento da aprendizagem sobre a ação sociopolítica, por meio da ação, e da avaliação da ação, mediante uma abordagem organizada em três fases, que incluem: modelagem, prática guiada e aplicação:

i) “Modelagem – o professor demonstra e explica o comportamento desejado (neste caso, ativismo social) e fornece exemplos ilustrativos”;

ii) “Prática guiada” – nessa fase “os alunos realizam tarefas específicas dentro de uma estratégia de ação geral com a ajuda e apoio do professor”; de maneira crescente, mediante a prática, a avaliação e a reflexão sobre as ações, em um processo colaborativo, os estudantes vão assumindo responsabilidades, adquirindo confiança e autonomia;

iii) “Aplicação - os alunos atuam independentemente do professor”, ou seja, os estudantes procedem de maneira independente, escolhem seus próprios problemas, planejam, desenvolvem e avaliam as ações, em um movimento reflexivo (HODSON, 2014, p. 87, tradução nossa).

Para desenvolver essas práticas, além de assumir o enfoque CTS como um suporte epistemológico, os professores precisam ter coragem, ganhar o apoio de outros sujeitos e atuar de maneira desafiadora, reflexiva, crítica e politizada (HODSON, 2014).

Reis (2014) corrobora essas ideias ao mencionar que para o desenvolvimento de práticas voltadas ao ativismo é importante: acreditar na potencialidade educativa que essas práticas possuem; ter conhecimento das recíprocas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; ter conhecimento pedagógico sobre como concretizar iniciativas de ativismo e ter força de vontade e capacidade para transformar a cultura escolar e social.

Considerando os referenciais abordados nesta seção, pode-se afirmar que em relação às estratégias de ensino para o desenvolvimento de propostas CTS voltadas à formação cidadã, é importante que: i) favoreçam a abordagem de temas/problemas, envolvendo os aspectos técnico-científicos e sociais (econômicos, políticos, culturais, socioambientais, éticos, psicológicos...) relacionados ao empreendimento científico e tecnológico; ii) instiguem a participação dos estudantes, como sujeitos de sua aprendizagem; iii) promovam atividades investigativas, questionamentos, debates, compartilhamento de diferentes pontos de vista; iv) possibilitem a reflexão crítica, a construção argumentativa; v) favoreçam o desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes para a tomada de decisão e ação

ética e responsável; vi) promovam o envolvimento dos professores e dos estudantes em ações sociopolíticas.

Santos e Schnetzler (2010), com base em diversos autores (HOFSTEIN; AIKENHEAD; RIQUARTS, 1988³⁶; PHILLIPS; HUNT, 1992³⁷; FINSON; ENOCHS, 1987³⁸; BYRNE; JOHNSTONE, 1988³⁹; ASHMAN, 1985⁴⁰) apresentam várias estratégias de ensino com enfoque CTS. Entre as principais destacam-se: jogos de simulação e desempenho de diferentes papéis, fóruns, debates, projetos individuais e coletivos, elaboração de cartas para autoridades, pesquisa de campo, ação comunitária, visitas a indústrias e museus, estudo de caso, realização de entrevistas, uso de materiais audiovisuais, como filmes, jogos, entre outros.

Hodson (2014) menciona estratégias como: dramatizações, uso da literatura, arte, fotografias, filmes, drama, música, teatro, uso de poesia, visitas, entrevistas com sujeitos diretamente afetados por uma questão sociocientífica, biografias, autobiografias, estudos de caso e simulações, uso de tecnologias de comunicação atuais (salas de chat, facebook, twitter, entre outras redes sociais) envolvimento direto em projetos orientados para a ação sociopolítica (HODSON, 2014), relatos de ações sociopolíticas de indivíduos e grupos da comunidade (FORESTER, 2006⁴¹ *apud* HODSON, 2014), mapeamento das consequências ou 'rodas do futuro' (nas quais os estudantes são convidados a considerar uma série de implicações éticas, pessoais, sociais, econômicas, jurídicas, ambientais relativas às questões e as possíveis respostas a elas), uso de quadro de metas de direitos-deveres, discussões em grupos sobre perguntas focadas (FULLICK; RATCLIFFE, 1996⁴² *apud* HODSON, 2014), atividades de escrita (especialmente quando os alunos assumem o papel de jornalista investigativo), visitas a locais, experiências guiadas em áreas de

³⁶ HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOESTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 357, 1988.

³⁷ PHILLIPS, P. S.; HUNT, A. The Satis Project: A significant new development in post 16 Science Education in the United Kingdom. **Journal of Chemical Education**, v. 69, n. 5, p. 404-407, 1992.

³⁸ FINSON, K. D.; ENOCHS, L. G. Student attitudes toward Science-technology-society resulting from visitation to a Science-technology museum. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 24, n. 7, p. 593-609, 1987.

³⁹ BYRNE, M.; JOHNSTONE, A. How to make science relevant. **The School Science Review**, v. 70, n. 251, p. 43-46, 1988.

⁴⁰ ASHMAN, A. Chemistry in schools – past, presente and future: part 1. **The School Science Review**, v. 67, n. 239, p. 696-703, 1985.

⁴¹ FORESTER, J. Exploring urban practice in a democratising society: Opportunities, techniques and challenges. **Development Southern Africa**, v. 23, n. 5, p. 569-586, 2006.

⁴² FULLICK, P.; RATCLIFFE, M. (Eds.). **Teaching ethical aspects of science**. Totton: Bassett Press. 1996.

importância ecológica, envolvimento direto em questões da realidade local (LESTER *et al.*, 2006⁴³ *apud* HODSON, 2014); observação de parede ou cerca viva; observação por meio de lente de aumento, observação com uso de microscópio (LISTON, 2004⁴⁴ *apud* HODSON, 2014).

Podem-se, também, acrescentar outras estratégias e recursos que têm sido utilizadas pelos professores, tais como: debate simulado (VIEIRA; BAZZO, 2007), caso simulado (FLOR, 2007), trabalhos em grupos evidenciando problemáticas atuais, situações práticas e testes experimentais, uso de material histórico relativo a situações sociais, econômicas, políticas, tecnológicas (MARTINS; PAIXÃO, 2011), visita à cooperativa de reciclagem, elaboração de *folders* e desenvolvimento de Feira Tecnológica (FABRI; SILVEIRA, 2013), produção de jornal da ciência (KRÜGER; PREZILIUS; LEITE, 2013), produção de audiovisuais a partir da técnica *stop motion* (ERNEST; SILVEIRA; ALBARRACÍN, 2016), atividades em grupos a partir de diferentes textos de divulgação científica e reportagens (VISSICARO; FIQUEIRÔA; ARAÚJO, 2016), uso de histórias em quadrinhos (PIZARRO; IACHEL; SANCHES, 2011), uso de documentários (BARBOSA; BAZZO, 2013) e de charges (LIMA FILHO; MACIEL, 2016). Essas estratégias têm contribuído para atingir os objetivos do ensino CTS, com vistas à alfabetização científica e tecnológica.

Cabe ressaltar que a participação dos estudantes, tanto nas atividades propostas em sala de aula, quanto no envolvimento em ações concretas em seu cotidiano, não podem ser vistas como uma “dádiva”, como uma “concessão”, mas como lembra Santos (2011b), precisa ser entendida como uma capacidade que se aprende e, portanto, pode ser desenvolvida nos espaços educativos.

Em síntese, o quadro 3 apresenta algumas das características das propostas de ensino de ciências sob o enfoque CTS voltadas à formação para a cidadania, elaborado com base nos referenciais aqui abordados:

Quadro 3 - Algumas características das propostas CTS para a formação cidadã

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar o estudo da ciência por meio das relações entre ciência, tecnologia e sociedade; - Compreender a natureza da atividade científica e tecnológica; - Desenvolver capacidades cognitivas, valores e atitudes;
------------------	---

⁴³ LESTER, B. T., LI, M., LEE, O.; LAMBERT, J. Social activism in elementary Science education: A science, technology, and society approach to teach global warming. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 4, p. 315-339, 2006.

⁴⁴ LISTON, D. The allure of beauty and the pain of injustice in learning and teaching. In: Liston, D.; GARRISON, J. (Eds.), **Teaching, learning and loving**: Reclaiming passion in educational practice. New York: RoutledgeFalmer, p. 101-116, 2004.

	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver a capacidade de participação social responsável frente às questões que envolvem ciência e tecnologia; - Em suma, formar sujeitos científica e tecnologicamente alfabetizados.
Conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimentos científicos, tecnológicos e aspectos sociais (políticos, econômicos, éticos, culturais, históricos, psicológicos, ambientais...) que envolvem a ciência e a tecnologia; - Valores e interesses que orientam o desenvolvimento científico-tecnológico; - Impactos sociais da ciência e da tecnologia; - A natureza da ciência, as (os) cientistas, a tecnologia; - Políticas públicas.
Mediações didático-pedagógicas	<ul style="list-style-type: none"> - Pautada na problematização, no diálogo e na reflexão crítica; - Participação ativa dos estudantes nas propostas de ensino; - Enfoque em temas/problemas sociais provenientes dos contextos sociais dos alunos; - Abordagem contextualizada e interdisciplinar; - Estratégias de ensino e recursos didáticos diversificados, implicando a participação ativa dos estudantes e a reflexão crítica; - Promoção de atividades de investigação; - Estímulo à curiosidade, à expressão de ideias e opiniões, discussões, compartilhamento de pontos de vista, reflexões, observações, análises e confrontos de visões e argumentos sobre aspectos técnico-científicos e sociais (políticos, econômicos, éticos, culturais, históricos, psicológicos, ambientais...) relativos à ciência e à tecnologia; - Promoção de atividades que integram juízos de valor, questões éticas e humanas e razão científica; - Promoção de atividades/projetos que envolvem os estudantes em iniciativas de ações sociopolíticas;
Função social da educação científica	<ul style="list-style-type: none"> - Compromisso com a construção de uma sociedade mais humana, justa, ética, equitativa e ambientalmente sustentável; - Formação humana, intelectual, ética, moral e política dos sujeitos; - Desenvolvimento da aprendizagem da participação democrática, do envolvimento ativo em ações sociopolíticas.

Fonte: Elaboração própria

Apesar da existência de diversos obstáculos e desafios, não há dúvida sobre a relevância do ensino de ciências com enfoque CTS, nos quais há a implementação de propostas que discutem temas/problemas sociais contemporâneos abarcando múltiplas dimensões. Tal processo, embasado em pressupostos democráticos, contribuem para a aprendizagem dos conhecimentos científicos e para o desenvolvimento de capacidades, atitudes e valores necessários para a participação social (tanto na esfera individual, quanto coletiva), em assuntos relativos ao empreendimento científico-tecnológico. Capacidades essas ligadas ao desenvolvimento da autonomia intelectual; atitudes e valores relacionados às práticas democráticas, éticas, colaborativas, aos interesses sociais coletivos, alicerçados no respeito à vida e ao bem comum, no compromisso e na corresponsabilidade de todos na construção de uma sociedade melhor, mais justa e democrática.

Entende-se que a formação para a cidadania se efetiva na medida em que os conhecimentos científico-tecnológicos são abordados juntamente da reflexão crítica sobre os problemas reais enfrentados pela sociedade, desvelando-se os conflitos, as relações de poder, as contradições, os processos de exclusão e de dominação, próprios de um modelo econômico pautado pela lógica do capital. Ao mesmo tempo em que busca construir conhecimentos, capacidades, valores e atitudes que possam reverter essa lógica, de maneira que o desenvolvimento científico-tecnológico seja colocado a serviço das reais necessidades humanas (SANTOS, 2008; 2011b; AULER, 2007; 2011).

Destaca-se que esse processo de formação precisa ser iniciado desde os primeiros anos da escolarização, uma vez que a formação para a cidadania se constitui como propósito de toda a educação básica, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9394/96) (BRASIL, 1996).

Partindo desse pressuposto, discute-se na próxima seção, o enfoque CTS nos anos iniciais do Ensino Fundamental, evidenciando sua importância, contribuições e desafios.

2.3 O ENFOQUE CTS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Ao entender que a apropriação de conhecimentos é importante para que os sujeitos possam compreender o seu meio e agir responsabilmente nas diferentes esferas da vida social, a formação para a cidadania tornou-se uma preocupação presente nos principais referenciais nacionais que orientam a educação de modo geral, e o ensino de ciências, especificamente, conforme se observa, por exemplo, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de nove anos (BRASIL, 2013) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental (BRASIL, 1997).

Embora esses dois documentos oficiais apresentem orientações que vão ao encontro de um projeto de educação para a cidadania, apenas os PCN (BRASIL, 1997) apresentam elementos que sugerem convergências com o enfoque CTS. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de nove anos (BRASIL, 2013) não fazem nenhuma menção à abordagem das relações CTS no ensino de ciências dos anos iniciais. Ainda assim, ambos os documentos destacam

e assumem a escola como um ambiente privilegiado para a formação humana e cidadã.

No contexto desta pesquisa, entende-se que o ensino de ciências sob o enfoque CTS representa um caminho viável para essa formação, que pode ser implementado desde as primeiras experiências educacionais das crianças, conforme defendido por diversos pesquisadores (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; BRANDI; GURGEL, 2002; SASSERON; CARVALHO, 2008; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2011; FABRI; SILVEIRA, 2013; VIECHENESKI; CARLETTO, 2013; FERNANDES; PIRES, 2013; ESPÍRITO-SANTO, 2016; CORDEIRO; SGARBI, 2016; COSTA; MARTINS, 2016; CASTRO; NASCIMENTO, 2016; entre outros)

Entende-se que a formação para a cidadania nos anos iniciais implica colocar os alunos diante de situações concretas envolvendo as relações recíprocas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, respeitando-se o nível de desenvolvimento das crianças, de maneira a não exigir uma ampliação e profundidade fora do seu alcance, mas que, dentro das suas possibilidades, sejam propiciados desafios e mediações didático-pedagógicas para a construção gradativa do conhecimento científico (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013).

A alfabetização científica é um processo que contribui para a construção de significados, possibilitando às crianças a expansão dos seus conhecimentos, da sua cultura e da sua condição efetiva de participação social no mundo (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). É um processo que se prolonga por toda a vida, contudo, é fundamental o seu desenvolvimento desde a mais tenra idade (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2011), como meio de formar sujeitos com conhecimentos e capacidades para entender criticamente a realidade, tomar decisões fundamentadas e agir responsabilmente, tanto no âmbito individual quanto coletivo.

O ensino de ciências sob essa ótica contribui, também, para despertar nas crianças a curiosidade, a apreciação e o encantamento pela área científica, pois as suas propostas envolvem articulação com o contexto social, questionamentos e investigações significativas e prazerosas de contato com o mundo científico.

Além disso, a aprendizagem das ciências naturais auxilia o desenvolvimento intelectual das crianças, uma vez que “[...] está relacionada à qualidade de todas as aprendizagens, contribuindo para desenvolver competências e habilidades que favorecem a construção do conhecimento em outras áreas” (UNESCO, 2005, p. 4).

Castro e Nascimento (2016, p. 1405), ao abordarem sobre o ensino de ciências na educação infantil, apontam que as crianças pequenas já chegam na escola com algumas concepções sobre os fenômenos naturais, muitas vezes concepções “equivocadas e do senso comum”, que podem ser reconstruídas mediante um trabalho pedagógico que propicie o acesso ao conhecimento científico, a partir da abordagem de conceitos em linguagem própria, ainda que em nível elementar, considerando-se a faixa etária e o desenvolvimento cognitivo das crianças.

Sobre essa questão, discorda-se dos autores que as crianças possuem concepções “equivocadas” sobre os fenômenos da natureza. As crianças chegam nos espaços escolares com conceitos espontâneos ou cotidianos, que são formados de modo assistemático no cotidiano, à medida que elas são familiarizadas dentro de um determinado contexto cultural. Já os conceitos científicos são apreendidos mediante processos formais de ensino e aprendizagem. Cabe ressaltar que esses dois tipos de conceitos – espontâneos e científicos - (que se diferenciam pela estrutura psicológica e pela forma de construção) se desenvolvem em direções opostas⁴⁵, no entanto, se articulam e fazem parte de um mesmo processo, sendo que os conceitos espontâneos são meios para a formação dos conceitos científicos (VYGOTSKY, 1998).

Nesse processo, a tarefa do professor é de suma importância, pois como um sujeito mais experiente em uma cultura, intervém intencionalmente para que os estudantes construam conceitos científicos, partindo dos conceitos espontâneos já elaborados por eles. Desse modo, desde as primeiras experiências educativas, a partir de uma mediação pedagógica pautada no diálogo, na valorização dos conhecimentos prévios das crianças e na busca permanente da inter-relação entre os conteúdos escolares e o cotidiano dos alunos, é possível criar situações de aprendizagem que promovam a abertura de caminhos e a construção gradual do conhecimento científico.

⁴⁵ De acordo com Vygotsky (1998, p. 135-136): “o desenvolvimento dos conceitos espontâneos da criança é ascendente, enquanto o desenvolvimento dos seus conceitos científicos é descendente. [...] os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo por meio dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima por meio dos conceitos científicos”. Assim, por um lado, o conceito espontâneo, ao ser trabalhado sistematicamente, abre caminhos para a formação dos conceitos científicos. Por outro lado, o movimento descendente dos conceitos científicos fornece as condições para a evolução dos aspectos mais concretos de um determinado conceito.

De acordo com Lorenzetti e Delizoicov (2001) e Brandi e Gurgel (2002), o trabalho com as ciências nos anos iniciais pode contribuir não somente para a aprendizagem dos conhecimentos científicos e tecnológicos, mas também para a apropriação da leitura e da escrita, tal como recomendam os PCN (BRASIL, 1997).

Corroboram com essa afirmação as pesquisas realizadas com alunos do 1º ano do 1º ciclo do ensino fundamental (VIECHENESKI, 2013; CORDEIRO; SGARBI, 2016) que aliaram práticas de alfabetização científica e linguística e revelaram que as ações pedagógicas desenvolvidas resultaram em contribuições tanto para aprendizagem da língua, quanto para a aprendizagem das ciências.

Segundo esses estudos, ao ensinar a ler e a escrever mediante práticas sociais de leitura e de escrita, articuladas aos conhecimentos das ciências naturais, promove-se significado a essas atividades, ao mesmo tempo em que amplia os saberes dos alunos acerca do mundo natural e social, fornecendo-lhes os subsídios para entender e atuar conscientemente por uma melhor qualidade de vida (VIECHENESKI, 2013; CORDEIRO; SGARBI, 2016).

Segundo Cordeiro e Sgarbi (2016, p. 1758), estabelecer o diálogo entre a alfabetização linguística e a alfabetização científica contribui significativamente para a formação de sujeitos críticos e conscientes em relação às implicações sociais da ciência e tecnologia. Todavia requer um esforço dos professores alfabetizadores para que suas práticas desafiem a criança “a pensar não somente as relações grafofônicas, mas que ao lado delas se encontre a realidade problematizada nos seus aspectos científicos, sociais, tecnológicos e ambientais”, como fonte de sentido, de processos reflexivos, dialógicos e de participação.

Nessa lógica, o professor pode promover em sala de aula, problematizações e estudos sistematizados sobre temas que envolvam a ciência e a tecnologia, discutindo-as de modo contextualizado com as crianças, partindo dos seus saberes prévios e do seu contexto social, contemplando a historicidade da ciência e da tecnologia e suas inter-relações com a sociedade.

Essa tarefa requer iniciativas docentes para desmistificar as atividades científico-tecnológicas, a figura do cientista e as ideias e imagens estereotipadas e equivocadas que circulam nas mídias e no entendimento de muitas pessoas (AULER; DELIZOICOV, 2001; REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006; VON LINSINGEN, 2007; CACHAPUZ *et al.*, 2011).

Cabe ao professor dos anos iniciais instigar o espírito investigativo e a curiosidade das crianças, incentivando-as a fazer suposições, a questionar, a expor e confrontar ideias e construir, progressivamente, conceitos científicos acerca dos fenômenos naturais, dos seres vivos e compreender as relações entre o ser humano, o ambiente, a ciência e a tecnologia (VIECHENESKI; CARLETTO, 2013).

Entende-se a construção de conhecimentos a partir da perspectiva vygotskyana. Desse modo, concebe-se que as mediações didático-pedagógicas realizadas no meio escolar, tanto em relação à aprendizagem de conceitos científicos, quanto ao desenvolvimento de capacidades, atitudes e valores, provocam avanços nas crianças que não aconteceriam de maneira espontânea. De acordo com Vygotsky (1998, p. 129-130):

O que a criança é capaz de fazer hoje em cooperação, será capaz de fazer sozinha amanhã. Portanto, o único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia; deve voltar-se não tanto para as funções já maduras, mas principalmente para as funções em amadurecimento. [...] o aprendizado deve ser orientado para o futuro, e não para o passado.

Sendo assim, as práticas pedagógicas intencionalmente orientadas, desafiando as crianças em seu processo de aprendizagem e desenvolvimento, desempenham uma função singular no desenvolvimento do ser humano.

Especificamente no que se refere à compreensão das inter-relações CTS e à aprendizagem da participação social responsável, as ações educativas têm um importante papel a cumprir desde as primeiras experiências escolares das crianças, no sentido de estimular o desenvolvimento de uma postura crítica delas em relação às questões/problemas do cotidiano, instigar o envolvimento em pesquisas e o comprometimento em iniciativas de busca de solução para problemas reais.

No caso das crianças pequenas, como as que frequentam os anos iniciais, a orientação, o apoio e a mediação docente no desenvolvimento de ações de ativismo, não exigindo uma ampliação e profundidade de compreensão e de ação fora do alcance das crianças, mas considerando o seu nível de desenvolvimento, pode gerar situações-desafio relevantes de aprendizagem compartilhada, nas quais os alunos poderão avançar para além do seu desenvolvimento real, conquistando novos modos de compreender a realidade e de agir socialmente.

2.3.1 Possibilidades e Contribuições

Algumas propostas de ensino de ciências sob o enfoque CTS nos anos iniciais já vêm sendo realizadas. Como exemplo pode-se citar a sequência didática aplicada por Sasseron e Carvalho (2008) junto aos alunos de uma 3ª série do ensino fundamental. As autoras partiram do pressuposto de que é necessário propiciar a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento e na discussão de problemas e desafios que se fazem presentes na realidade contemporânea. Para tanto ressaltam a importância de atividades investigativas, nas quais sejam contempladas as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

No estudo realizado, Sasseron e Carvalho (2008) inseriram os alunos na discussão de temas CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), desafiando-os com situações-problema a partir do tema “Navegação e Meio Ambiente”, abordando conhecimentos da área da física, história da navegação, dos meios de transportes aquáticos e problemas ambientais suscitados pela ação humana.

Concluíram que as argumentações dos estudantes foram satisfatórias nas discussões e que o fato de a sequência didática ter tido como proposta central temas próximos do interesse dos alunos, foi elemento que motivou uma participação mais ativa e a ampliação dos seus conhecimentos no que se refere à ciência, tecnologia e suas relações com a sociedade e o meio ambiente.

Para Sasseron e Carvalho (2008) é essencial que o professor problematize os avanços científicos e tecnológicos e reflita com os alunos sobre as implicações e consequências que esses podem produzir para a população e para o meio ambiente. Dessa maneira, destacam a importância de despertar nos alunos o pensamento crítico, o questionamento, de maneira que saibam usar os conhecimentos aprendidos para fazer escolhas conscientes, levando-se em consideração as implicações sociais da ciência e da tecnologia.

Fabri e Silveira (2013) desenvolveram um trabalho cujo objetivo centrou-se em promover aos alunos dos anos iniciais a alfabetização científica, a partir do enfoque CTS. De acordo com as autoras, o ensino de ciências requer um trabalho contextualizado e articulado às demais áreas do conhecimento, configurando uma ruptura com o ensino livresco, fragmentado e desconectado do contexto social do aluno.

Com esse olhar, Fabri e Silveira (2013) concretizaram ações pedagógicas com estudantes do 2º ano do 2º ciclo dos anos iniciais, partindo do bloco temático “Recursos Tecnológicos”, proposto pelos PCN. O conteúdo de ciências abordado, que envolveu temas como “lixo tecnológico, a Ciência e o cientista, fontes de energia”, foi trabalhado de modo interdisciplinar com as áreas de língua portuguesa, matemática, história, geografia e artes. Entre as atividades desenvolvidas, as autoras ressaltaram a visita a uma cooperativa de reciclagem, a realização de uma entrevista com um cientista, apresentações de miniaulas pelas crianças, produção de *folders*, textos e execução de uma Feira Tecnológica, na qual os alunos realizaram exposições de seus trabalhos para a comunidade e para os pais.

Segundo as pesquisadoras, a partir das produções realizadas, verificou-se que os alunos avançaram em suas percepções iniciais sobre os temas em estudo, mostrando maior criticidade e consciência sobre as implicações do desenvolvimento científico e tecnológico.

Resultados positivos também foram evidenciados no estudo de Espírito-Santo (2016), cujo trabalho foi desenvolvido em turmas de 5º ano do 2º ciclo do ensino básico de Portugal. As ações pedagógicas centraram-se na implementação do módulo “Planeta Terra ou Planeta Água?”, que abordou a temática das regiões polares e o impacto das alterações climáticas no Ártico e na Antártida, no âmbito do projeto europeu *IRRESISTIBLE*⁴⁶. A pesquisa teve como propósito avaliar as potencialidades educativas da elaboração de “artefatos didáticos” para a realização de uma exposição interativa.

De acordo com a autora, as atividades envolveram pesquisa, seleção de informações sobre as regiões polares, produção de texto para publicação em blog, encontro com uma cientista polar e construção de artefatos didáticos, como jogos e cartazes interativos. Após as atividades, foi montada e realizada uma exposição.

⁴⁶ O projeto europeu *IRRESISTIBLE* (Including Responsible Research and Innovation in cutting-edge Science and Inquiry-based Science Education to improve Teacher’s Ability of Bridging Learning Environment) tem o objetivo de envolver docentes, estudantes e o público nos processos decisórios sobre o desenvolvimento científico e tecnológico. De acordo com Espírito-Santo (2016, p. 1567-1568): “Este envolvimento é concretizado através do desenvolvimento, em sala de aula, dos módulos concebidos pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA) do projeto. Cada módulo, subordinado a um tema científico atual, implica, no contexto da estratégia Inquiry Based Science Education, o modelo de ensino dos 5E de Rodger Bybee: Engage, Explore, Explain, Elaborate e Evaluate. A ele foram acrescentadas duas etapas – Exchange e Empowerment – que implicam o desenvolvimento de exposições pelos alunos. As Comunidades de Aprendizagem envolvem a participação de professores de Ciências, educadores em Ciências, cientistas que investigam nas áreas científicas selecionadas e especialistas em educação não formal”.

Espírito-Santo (2016) aponta que a partir do trabalho realizado, os estudantes ampliaram seus conhecimentos sobre as regiões polares; apropriaram-se de diversos conceitos relativos ao tema; desenvolveram competências correspondentes ao conhecimento procedimental, desde a etapa de identificação do problema de pesquisa, elaboração de hipóteses, investigação, até a tomada de decisão; desenvolveram o raciocínio, mediante a interpretação de dados, relacionamento de evidências e confronto de diferentes perspectivas; competências comunicacionais, a partir da defesa e argumentação das suas ideias; e atitudes de respeito para com as diferentes opiniões sobre um mesmo assunto.

Para a autora supracitada, a elaboração de artefatos didáticos com as crianças, apresenta as seguintes potencialidades educativas: promove a aprendizagem sobre temas contemporâneos; propicia a reflexão e a elaboração de sugestões para resolução de problemas reais; abre espaço para o compartilhamento de ideias entre os colegas de turma; possibilita argumentar e influenciar as opiniões de outros sujeitos; propicia a divulgação de informações para outras pessoas, fora do ambiente da sala de aula.

Além disso, Espírito-Santo (2016) destaca que propostas de ensino como essa, que contempla as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, motivam a participação das crianças que se colocam de fato como sujeitos da sua própria aprendizagem, mediante a interação e a partilha de saberes, e possibilita ampliar a percepção dos alunos sobre o papel da ciência e da tecnologia no meio social.

Cabe realçar que tanto essas atividades, que culminaram na exposição realizada pelos alunos do ensino básico de Portugal, quanto à realização da Feira Tecnológica, desenvolvida pelos alunos dos anos iniciais de uma escola municipal brasileira, descrita por Fabri e Silveira (2013), são exemplos ilustrativos de como as ações de ativismo com crianças pequenas são possíveis e de como tais ações contribuem significativamente para a aprendizagem dos estudantes dos primeiros anos da educação básica.

De acordo com Fernandes e Megid Neto (2016), o enfoque CTS nos anos iniciais começou a ser debatido nas investigações acadêmicas brasileiras somente a partir dos anos 2000. Um dado que chama a atenção é o fato de os autores terem pesquisado em um universo de aproximadamente cinco mil dissertações e teses brasileiras, defendidas entre 1972 e 2012, encontrando apenas 87 trabalhos que

investigaram práticas pedagógicas de ensino de ciências nos primeiros anos do ensino fundamental e dessas, somente cinco pautaram suas práticas na perspectiva CTS.

Isso demonstra que o enfoque CTS no âmbito da pesquisa brasileira sobre o ensino de ciências nos anos iniciais, ainda é incipiente, muito embora os trabalhos realizados venham evidenciando inúmeras contribuições da abordagem CTS na aprendizagem das crianças e venham mostrando diferentes formas possíveis de abordar essas relações de modo crítico, reflexivo e contextualizado já na etapa inicial da escolarização (FERNANDES; MEGID NETO, 2016).

Corroboram essas afirmações a investigação realizada por Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2015), cujo objetivo foi analisar as pesquisas que discutiam a alfabetização científica nos anos iniciais, apresentadas nas nove edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC, no período compreendido entre 1997 a 2013.

A partir do mapeamento dos trabalhos apresentados, observou-se que nas duas últimas edições do evento, ocorridas em 2011 e 2013, houve um aumento significativo de produções que abordaram a alfabetização científica na educação básica de modo geral e no ensino fundamental I, especificamente. Todavia, comparado ao volume de trabalhos apresentados nas nove edições do encontro, verificou-se que o tema não tem sido tão fortemente evidenciado nas investigações brasileiras.

Os autores supracitados ainda apontam que das 25 produções analisadas, que abordaram a alfabetização científica nos anos iniciais, 15 trabalhos apresentaram propostas para a promoção da alfabetização científica nessa fase do ensino. Nessas, as práticas se desenvolveram mediante a utilização de histórias em quadrinhos, textos de divulgação científica, incentivo à argumentação escrita, monitoria em ciências, reflexões sobre os impactos da ciência e da tecnologia, ensino investigativo, atividades diversificadas, lúdicas e uso de espaços não formais de ensino.

Não obstante a pouca incidência de produções que versam sobre a alfabetização científica nos anos iniciais, Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2015) identificaram nos trabalhos diversas contribuições, dentre as quais se destacam: a inserção dos estudos CTS nas propostas de ensino promove uma renovação didático-pedagógica e contribui para a superação da concepção linear da ciência e

da tecnologia; as temáticas CTS favorecem o desenvolvimento do pensamento crítico, autônomo e a tomada de decisão; sequências didáticas bem estruturadas possibilitam o desenvolvimento da alfabetização científica; a alfabetização científica tem potencial para vincular a aprendizagem de conceitos científicos à prática social, instrumentalizando os estudantes para o posicionamento crítico frente aos temas científicos e tecnológicos; o processo de alfabetização científica pode ser iniciado desde cedo, aliado à alfabetização linguística, respeitando-se o nível de desenvolvimento das crianças e o contexto em que se encontram inseridas, a partir de uma prática dialógica problematizadora, reflexiva e contextualizada.

Cabe observar que, apesar de reconhecidas as inúmeras contribuições do enfoque CTS, e mais amplamente, da alfabetização científica para a educação em ciências nos anos iniciais, sua efetivação no contexto escolar ainda é um grande desafio.

2.3.2 Limitações e Desafios

Os resultados das pesquisas acadêmicas apontam por um lado, a importância e as contribuições do ensino de ciências para a formação dos cidadãos, por outro, identificam limitações e desafios que precisam ser superados como a insegurança e falta de embasamento conceitual e metodológica para o ensino de ciências; as dificuldades para a promoção de atividades experimentais, investigativas e interdisciplinares; o despreparo dos professores para a abordagem de temas CTS; a ênfase nas áreas de língua portuguesa e matemática, em detrimento das ciências naturais; as concepções e crenças limitadoras sobre o processo de ensino e aprendizagem de ciências nos anos iniciais (BRANDI; GURGEL, 2002; ROSA, PEREZ, DRUM, 2007; RAMOS; ROSA, 2008; LONGHINI, 2008; COSTA; MARTINS, 2016; VISSICARO; FIGUEIRÔA; ARAÚJO, 2016), as concepções ingênuas e distorcidas dos professores sobre a ciência, a tecnologia e suas relações com a sociedade (SILVA; MARCONDES, 2013), entre outros, que decorrem da precária formação inicial e continuada dos docentes que atuam nos primeiros anos do ensino fundamental.

Costa e Martins (2016) investigaram, em uma das fases de sua pesquisa, a importância que os docentes do 1º Ciclo do Ensino Básico de Portugal atribuem à

educação em ciências, suas concepções sobre educação para o desenvolvimento sustentável, letramento científico e orientações CTS, bem como, buscaram identificar a maneira como os professores articulam essas concepções e o trabalho em sala de aula.

Com base nos resultados, as autoras verificaram que os docentes consideram o ensino de ciências relevante, contudo, “atribuem valor minoritário ao ensino dessa área curricular disciplinar e em particular à componente experimental desse ensino”. Constataram que os professores apresentam concepções “insuficientes e fragmentadas” acerca da educação para o desenvolvimento sustentável e letramento científico, e que eles não conhecem as orientações CTS para o ensino de ciências (COSTA; MARTINS, 2016, p. 41).

No que se refere às práticas de sala de aula, Costa e Martins (2016) verificaram que as questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável são trabalhadas de modo pontual, descontextualizado, sem o estabelecimento de relações com amplos aspectos do problema, que envolvem não só as repercussões ambientais e sociais, mas outras, como a dimensão econômica, por exemplo. Além disso, concluíram que o trabalho em sala de aula não é intencionalmente voltado para o letramento científico e não é organizado sob o viés CTS, o que na visão das autoras, “não surpreende, pois só é possível fazer adequadamente o que se conhece e compreende” (COSTA; MARTINS, 2016 p. 41).

Para Costa e Martins (2016, p. 42) os resultados da investigação, entre outros aspectos, indicam a necessidade de atribuir à educação em ciências o mesmo valor que é conferido às demais áreas de ensino, sobretudo de língua portuguesa e de matemática. Com esse olhar, sugerem a equivalência de carga horária e mecanismos que possibilitem garantir que não ocorra ênfase nessas áreas, em detrimento às ciências. E ainda reforçam a importância de se repensar a formação inicial e continuada, de modo que “contemplem conhecimento de conteúdo e de Didática da Educação Científica”, além de “criar infraestruturas e recursos de suporte” à educação em ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico.

Na produção acadêmica brasileira, alguns pesquisadores já tinham apontado aspectos semelhantes. Ramos e Rosa (2008), por exemplo, abordando sobre os fatores que influenciam o professor dos anos iniciais a realizar ou não, atividades de experimentação, observaram que muitas vezes o docente “se sente incapaz e inseguro” para promover um trabalho pedagógico significativo em ciências. Desse

modo, apesar de os docentes reconhecerem a sua importância, acabam realizando poucas atividades de experimentação.

Segundo os autores supracitados, os fatores que contribuem para isso, estão relacionados à ausência de apoio e de orientação pedagógica, falta de materiais para realização das atividades, ausência de trabalho coletivo na escola e despreparo dos professores.

Rosa, Perez e Drum (2007), ao pesquisarem a presença dos conteúdos de física nos primeiros anos do ensino fundamental, evidenciaram entre outros aspectos, a ausência de atividades experimentais, dificuldades dos professores no que se refere aos conteúdos de física e ensino de ciências com foco nos conteúdos de biologia. Constataram que, sobretudo para os docentes que atuam no primeiro ciclo, as ciências são deixadas em segundo plano, ganhando destaque os conteúdos relacionados à linguagem verbal e escrita e à matemática.

Sobre esse aspecto, Costa e Martins (2016) lembram que os professores se sentem 'legitimados' para conceder maior tempo e dedicação às disciplinas de língua portuguesa e de matemática, em decorrência da relevância conferida às provas e testes nessas áreas, realizados com as crianças de Portugal. Esse fato precisa ser questionado também na realidade brasileira, pois as avaliações nacionais que investigam a aprendizagem dos estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental no Brasil estão centradas nas áreas de língua portuguesa e matemática, a exemplo da Avaliação da Alfabetização Infantil – a Provinha Brasil⁴⁷, da Avaliação Nacional do Rendimento Escolar, também chamada de Prova Brasil⁴⁸ e da Avaliação Nacional da Alfabetização – ANA⁴⁹.

⁴⁷ “A Avaliação da Alfabetização Infantil – Provinha Brasil é uma avaliação diagnóstica que visa investigar o desenvolvimento das habilidades relativas à alfabetização e ao letramento em Língua Portuguesa e Matemática, desenvolvidas pelas crianças matriculadas no 2º ano do ensino fundamental das escolas públicas brasileiras” (BRASIL. INEP. Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br/web/provinha-brasil/provinha-brasil>>. Acesso em 10 nov. 2016).

⁴⁸ A Avaliação Nacional do Rendimento Escolar – Anresc (também chamada de "Prova Brasil") “avalia estudantes do 5º e 9º ano do Ensino Fundamental. Habilidades em Língua Portuguesa (foco em leitura) e Matemática (foco na resolução de problemas)”. A partir de 2013 começaram a ser realizadas provas de Ciências (apenas para o 9º ano do Ensino Fundamental). (BRASIL. INEP. Disponível em: < <http://provabrasil.inep.gov.br/semelhancas-e-diferencas>>. Acesso em 10 nov. 2016).

⁴⁹ A Avaliação Nacional da Alfabetização – ANA é “avaliação censitária envolvendo os alunos do 3º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas, com o objetivo principal de avaliar os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa, alfabetização Matemática e condições de oferta do Ciclo de Alfabetização das redes públicas” (BRASIL. INEP. Disponível em: <http://provabrasil.inep.gov.br> . Acesso em 10 nov. 2016).

Nesse contexto, cabe a seguinte indagação: se os instrumentos que constituem o Sistema de Avaliação da Educação Básica nacional não privilegiam a área de ciências, os profissionais que estão em sala de aula privilegiarão, considerando que as avaliações externas têm como foco as habilidades relativas à língua portuguesa e matemática?

Esse questionamento é importante, sobretudo, porque na sua formação inicial e continuada, as áreas privilegiadas nas avaliações externas, também constituem a centralidade do processo formativo. Nesse sentido, colocar a área de ciências em nível de igualdade de prioridade, tal como são as áreas de língua portuguesa e matemática, requer ações que vão além da boa vontade dos professores. Demanda inúmeras ações que incidem sobre políticas públicas que valorizem a educação científica nos documentos curriculares oficiais e nas avaliações externas; nos processos formativos (iniciais e continuados); nos livros didáticos; na disponibilização de recursos didáticos; nas condições de trabalho e na valorização da docência, entre outras.

Outro aspecto relevante que influencia as práticas pedagógicas nos anos iniciais, diz respeito às concepções e crenças dos professores. Sobre essa questão, Rosa, Perez e Drum (2007) identificaram que há aqueles que não veem a importância do ensino de física nos anos iniciais ou consideram que os alunos dessa fase da escolarização não têm condições de compreender os conteúdos científicos. Outros, apesar de reconhecerem a importância das ciências para a formação de cidadãos, não abordam os conteúdos de física, porque não se sentem seguros para realizar um trabalho sistematizado com os alunos.

Frente a esses posicionamentos os autores supracitados ressaltam que é necessário compreender que o ensino de física para os alunos dos anos iniciais, assume outras características, distintas do ensino ministrado a jovens ou adultos. De acordo com eles:

Ao ensinar ciências às crianças, não devemos nos preocupar com a precisão e a sistematização do conhecimento em níveis da rigorosidade do mundo científico, já que essas crianças evoluirão de modo a reconstruir seus conceitos e significados sobre os fenômenos estudados. O fundamental no processo é a criança estar em contato com a ciência, não remetendo essa tarefa a níveis escolares mais adiantados (ROSA; PEREZ; DRUM, 2007, p. 362).

Nessa ótica, é importante que a criança tenha possibilidades de contato com o mundo científico, com as manifestações dos fenômenos naturais, com

oportunidades de experimentar, elaborar hipóteses, indagar, expor ideias e confrontá-las com as de outros, partindo de seus saberes prévios e respeitando-se o seu nível de desenvolvimento cognitivo, lembrando-se de que o conhecimento tornar-se-á cada vez mais complexo e profundo à medida que o aluno avançar para as etapas escolares subsequentes, mas que é fundamental que tenha o acesso a esse saber desde a sua entrada no universo escolar.

Na mesma ideia, Castro e Nascimento (2016), ao investigarem acerca de como é tratado o ensino de ciências na educação infantil, discutem que por um lado, não se pode negligenciar o ensino de ciências, pautando-se na crença de que as crianças não aprendem porque são muito novas. Por outro, não se pode acreditar que com elas é possível realizar um trabalho do mesmo modo que é realizado com alunos de mais idade, exigindo das crianças um nível de abstração e compreensão além do seu desenvolvimento cognitivo. Assim, é preciso pensar em caminhos apropriados para ensinar ciências para crianças, considerando a sua faixa etária e cognitiva, instigando-as em sua curiosidade e realizando uma transposição didática adequada que possibilite a sua aprendizagem.

As pesquisadoras supracitadas verificaram que os professores da educação infantil, participantes da sua pesquisa, desconhecem a abordagem CTS e não valorizam a educação em ciências nesse nível de ensino. Para as autoras, existe uma contradição, pois ao mesmo tempo em que há uma proposta do Ministério da Educação e Cultura para o ensino de ciências e suas inter-relações com a sociedade, os professores não são capacitados para colocar em prática tal proposta.

Observam, ainda, que o trabalho tanto na educação infantil, quanto nos anos iniciais, “costuma apresentar pouca reflexão, em uma dimensão mais ampla, sobre as questões sociais da Ciência e da Tecnologia” (CASTRO; NASCIMENTO, 2016, p. 1403). E como destacado por Costa e Martins (2016), não é possível concretizar adequadamente um trabalho pedagógico sob uma perspectiva que não se conhece e compreende.

Os resultados da pesquisa de Vissicaro, Figueirôa e Araújo (2016) também apontam que os professores apresentam dificuldades para desenvolver um trabalho que envolva a discussão de temas CTS com crianças. As autoras elaboraram uma sequência didática em conjunto com docentes dos anos iniciais para a abordagem do tema água, considerado de maneira ampla, contemplando os aspectos sociocientíficos.

Apesar do consenso de que é possível desenvolver um trabalho com questões sociocientíficas com as crianças, os professores indicaram algumas dificuldades, tais como a dificuldade dos alunos para encontrar a ideia principal dos textos de divulgação científica e de reportagens utilizados; a compreensão dos alunos, devido à linguagem das produções escritas não ser adequada à faixa etária; a seleção de materiais sobre o tema; e o tempo dispensado em sala de aula para a leitura e discussão dos textos (VISSICARO; FIGUEIRÔA; ARAÚJO, 2016).

Vissicaro, Figueirôa e Araújo (2016) dão destaque à resposta de uma das professoras participantes da pesquisa, que aponta que a dificuldade dos seus alunos se relaciona ao fato de nunca promover este tipo de atividade em sala de aula, de modo que as crianças não possuem familiaridade com textos de divulgação científica e de reportagens. Situação essa que não impede o desenvolvimento da atividade, mas a torna “mais trabalhosa”, pois as produções escritas apresentam, por vezes, um vocabulário novo para os alunos, dificultando o seu entendimento ou até mesmo gerando dispersão na turma, o que exige, certamente, uma preparação do professor para a prática em uma perspectiva dialógica, participativa e crítica, como requer o enfoque CTS.

Desse modo, na visão das autoras, a principal dificuldade é do professor. Ela pode estar associada à sua formação inicial ou ligada à distância entre o que se discute na academia e o que chega ao contexto da sala de aula.

Outro fator que interfere diretamente nas práticas educativas, diz respeito às concepções que os docentes possuem em relação à ciência, tecnologia e suas relações com a sociedade. Como lembram Manassero, Vázquez e Acevedo (2001), o professor ensina apenas aquilo que ele entende. Nessa perspectiva, se o docente possui uma compreensão inadequada a respeito da ciência e da tecnologia, ligada a concepções ingênuas, a mitos, poderá ele ensinar o aluno a ter uma compreensão diferente?

Nesse aspecto, Carletto (2009, p. 23) reforça que as crenças e as compreensões que os professores possuem “[...] é que determinam e guiam suas práticas pedagógicas [...], facilitando ou impedindo determinadas aprendizagens”. Assim, para os autores supracitados, a formação docente é uma necessidade premente, uma vez que se verificam muitas compreensões equivocadas entre os professores.

Corroborando essa afirmação, Silva e Marcondes (2013) em uma pesquisa realizada junto a um grupo de professores dos anos iniciais, identificaram que a maioria dos docentes, apesar de considerarem a relevância do ensino de ciências e demonstrarem significativa preocupação no que se refere ao desenvolvimento das crianças, apresentaram concepções distorcidas e ingênuas a respeito da ciência, tecnologia e sociedade.

De acordo com as autoras, o grupo de professores revelou um entendimento de ciência, tecnologia e sociedade como processos neutros, descontextualizados, a-históricos e lineares do ponto de vista do desenvolvimento. Todavia, após participarem de uma formação continuada que ofereceu exercícios reflexivos sobre a ciência, a tecnologia e suas relações com a sociedade, demonstraram avanços em suas compreensões.

A formação de professores, tanto inicial quanto continuada, é imprescindível para a construção de um entendimento docente crítico sobre as relações CTS e para a construção de práticas pedagógicas em consonância com essa perspectiva. Cabe ressaltar que as propostas de formação precisam ser consistentes, articular a teoria e a prática e ser coerentes com as reais necessidades formativas dos professores. Portanto precisam considerar o próprio fazer pedagógico dos docentes como objeto de estudo, pesquisa e reflexão (BIZZO, 2007).

Os resultados das investigações (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2011; SCHROEDER; VEIT; BARROSO, 2011; ABREU; BEJARANO; HOHENFELD, 2013; SILVA; MARCONDES, 2013) demonstram que os processos de formação continuada alcançam bons resultados quando o professor é levado a (re)construir conceitos científicos, refletir sobre suas próprias concepções, repensar os encaminhamentos metodológicos que adota, compartilhar saberes e experiências e se apropriar dos conhecimentos necessários para o enfrentamento e superação dos desafios.

Nesse processo, é possível que suas fragilidades e inseguranças deem lugar à confiança, ao embasamento conceitual e metodológico e a uma adequada compreensão epistemológica, possibilitando que propostas inovadoras possam ser concretizadas em sala de aula. Como destacam Bazzo, Pereira e Bazzo (2014, p. 66):

Não são reformas curriculares, nem tampouco novas abordagens que apenas coloquem o social como palavra de ordem nos conteúdos técnicos, que não de resolver o problema. Soluções eficazes devem partir de

compreensões epistemológicas por parte dos professores, para que eles próprios passem a encarar conscientemente C&T como construções histórico-sociais.

Desenvolver em sala de aula um trabalho pedagógico sob o viés CTS, requer não somente uma alteração curricular ou o uso de novas abordagens metodológicas, mas implica assumir uma postura epistemológica que concebe a ciência e a tecnologia como processos não neutros, a-históricos e lineares, mas ao contrário, como construções sociais que marcam e são marcadas por contextos sócio-históricos, culturais, políticos e econômicos (AULER, 2011; BAZZO; PEREIRA; BAZZO, 2014).

Para além de assumir essa postura epistemológica, Hodson (2014) ressalta que os docentes precisam avançar para o desenvolvimento de práticas propositivas, envolvendo-se e fornecendo oportunidades de seus alunos envolverem-se em ações de ativismo. E isso demanda ter coragem, ter postura crítico-reflexiva e politizada. Reis (2014) argumenta, ainda, que é importante acreditar no potencial educativo das práticas pedagógicas orientadas para o ativismo; ter conhecimento das inter-relações CTS, conhecimento pedagógico sobre como efetivar ações de ativismo e vontade para alterar a cultura da escola e do meio social.

Cabe ressaltar que inúmeros fatores colaboram para a construção das concepções, das posturas docentes e das propostas que desenvolvem, desde as memórias que compõem suas histórias de vida, seus processos de formação inicial e continuada (MONTEIRO; TEIXEIRA, 2004; MEGID NETO; ROCHA, 2010), suas experiências culturais, as diretrizes oficiais, a proposta curricular, os livros didáticos, entre outros. De acordo com Sacristán (2000, p. 174):

Quando um professor julga um conteúdo e toma decisões sobre ele e dá uma determinada ênfase em seu ensino, está sem dúvida condicionado por influências externas, mas também reflete, ao mesmo tempo, sua própria cultura, suas ponderações pessoais, suas atitudes para com o ensino de certas áreas ou partes das mesmas, etc.

Pode-se afirmar que o processo educativo é determinado pelas concepções e experiências culturais e profissionais dos docentes, que por sua vez, buscam nos processos de formação, nas orientações oficiais, na proposta curricular, nos materiais e livros didáticos disponibilizados em suas escolas, as referências para decidir os temas que serão abordados em sala de aula, a prioridade a ser dada a

cada um deles, os pressupostos sobre o processo de ensino e aprendizagem e sobre os objetos de estudo.

Nesse contexto, os livros didáticos ocupam um lugar de destaque, pois se constituem em produtos culturais que veiculam não somente conteúdos, mas maneiras de compreender a natureza da prática científica e o processo de ensinar e aprender ciências (MARTINS, 2012), e orientam os professores quanto à seleção dos conteúdos, o destaque a ser dado a cada um, as propostas didático-metodológicas e as atividades a serem desenvolvidas (MONTEIRO, BIZZO, 2014).

Tendo isso em conta e considerando o contexto dos anos iniciais, com seus inúmeros desafios, sobretudo no que se refere à insuficiência dos processos formativos, que faz com que muitos docentes se apoiem nos livros didáticos (LONGHINI, 2008), torna-se relevante problematizar e analisar criticamente como as obras didáticas veiculadas nesse nível de ensino tratam as relações CTS.

3 O LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS

No Brasil, as coleções didáticas têm um lugar garantido no contexto escolar, pois com o Programa Nacional do Livro e do Material Didático⁵⁰, as instituições públicas de ensino têm assegurado o acesso aos livros didáticos e a outros materiais de apoio à prática educativa, conforme previsto no Decreto 9.099 de 18 de julho de 2017, que dispõe sobre este programa.

A produção e a distribuição nacional dos livros didáticos é realizada com a mediação do Estado. Desde 1996, quando foi implementado o sistema de avaliação das obras didáticas, o PNLD interfere diretamente na oferta dos livros, indicando critérios avaliativos e selecionando coleções que são recomendadas para a escolha dos professores que, posteriormente, são adquiridas com recursos públicos e distribuídas em todas as escolas atendidas (MUNAKATA, 2012). Esse processo de avaliação resultou em melhoria da qualidade das coleções didáticas, propiciou uma “renovação editorial” quanto ao conteúdo e forma das obras e “abriu espaço para autores com abordagens pedagógicas mais modernas e livros menos ortodoxos, com maior cuidado na produção e programação visual mais adequada” (SAMPAIO, 2010, p. 46).

Apesar disso, as coleções didáticas continuam apresentando limitações, sendo alvo de inúmeras críticas e dada a sua importância como artefato cultural⁵¹ e importante recurso de apoio ao trabalho docente, muitos pesquisadores dedicam-se a analisá-las a partir de diversas temáticas e perspectivas, gerando uma ampliação do escopo do interesse por esse objeto de estudo, bem como do quantitativo de investigações realizadas a partir da década de 1990 (MUNAKATA, 2012; MARTINS, 2012).

Frente a esse contexto e ao objetivo central deste trabalho, que é analisar as possíveis abordagens relativas às inter-relações CTS em livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do PNLD 2016, do 4º ano do Ensino Fundamental, este capítulo apresenta produções acadêmicas sobre esse tema,

⁵⁰ O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) passa a ser denominado, a partir do Decreto nº 9.099, publicado em 18 de julho de 2017, de “Programa Nacional do Livro e do Material Didático”.

⁵¹ Para Martins (2012, p. 18) o livro didático se constitui como artefato cultural, ou seja, “suas condições sociais de produção, circulação e recepção estão definidas com referência a práticas sociais estabelecidas na sociedade”. Assim, a obra didática tem uma história que não se encontra despreendida da história do ensino no contexto escolar, do avanço das tecnologias gráficas e das mídias de comunicação.

discutindo a importância e o papel desempenhado pelo livro didático nas práticas de ensino, bem como, as limitações e as críticas evidenciadas, sobretudo àquelas relacionadas às interações CTS. Apresenta, ainda, as principais características do Programa Nacional do Livro e do Material Didático.

3.1 RELEVÂNCIA E PAPEL DOS LIVROS DIDÁTICOS

Apesar da crescente diversidade de recursos hoje disponíveis, sobretudo os provenientes da tecnologia da informação e comunicação, o livro didático continua muito presente na vida dos professores e estudantes (PAVÃO; FREITAS, 2008; LEITE *et al.*, 2012). Entre os motivos que justificam essa presença expressiva, Basso e Terrazzan (2015, p. 3) ressaltam: I) a implementação de programa de política pública de ampla compra e distribuição de livros didáticos para as escolas públicas do país – o PNLD⁵²; II) a excessiva jornada de trabalho docente, que abre espaço para os livros tornarem-se “manuais pedagógicos”, posto que o “professor não tem mais tempo para preparar e planejar suas aulas”; III) a “praticidade dos livros didáticos (LD)”, ao apresentarem textos, propostas de atividades e exercícios aos alunos; IV) a valorização do livro didático como “objeto de aquisição e valor cultural devido à propaganda mercadológica”.

Com a implementação do PNLD, as coleções didáticas tornaram-se um material de apoio com acesso garantido em todas as escolas públicas do país. Tal programa se constitui como uma estratégia à política educacional do Estado, que investe quantia altamente significativa de recursos públicos (HÖFLING, 2006; MEGID NETO, FRACALANZA, 2006).

Embora não seja o único recurso utilizado pelos docentes, o livro didático configura-se como instrumento que possui importante papel nas práticas de ensino (SILVA, 2012; MARTINS, 2012; MOREIRA, 2013; RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2013) e como afirma Amaral (2006, p. 85) “nunca deixou de ser o recurso didático de uso mais disseminado e intensivo”.

⁵² O Programa Nacional do Livro Didático ou Programa Nacional do Livro e do Material Didático (nomenclatura adotada a partir de julho de 2017, com a publicação do Decreto nº 9.099/2017 (BRASIL, 2017) é o atual programa do governo federal de compra e distribuição gratuita de livros didáticos e de outros materiais de apoio ao trabalho educativo. As principais características e objetivos desse Programa serão abordados no item 3.3 deste capítulo.

Esse lugar de destaque lhe confere funções relevantes, na medida em que orienta o professor na organização, desenvolvimento e avaliação do trabalho pedagógico. No que se refere ao aluno, “o livro é um dos elementos determinantes da sua relação com a disciplina” (CARNEIRO; SANTOS; MOL, 2005, p. 2).

Segundo Di Giorgi *et al.* (2014, p. 1029), o livro didático pode contribuir para a “constituição de um *capital cultural*” dos alunos, em especial daqueles provenientes das classes menos favorecidas e que, via de regra, não dispõem de recursos financeiros para aquisição de livros, além de se constituir como importante recurso para o trabalho do professor.

Quanto à influência da obra didática sobre o trabalho docente, pesquisadores como Selles e Ferreira (2004), Ossak e Bellini (2009), Güllich e Silva (2013), Monteiro e Bizzo (2014), entre outros, realçam que o livro didático, muitas vezes, exerce grande influência sobre a seleção de conteúdos, assim como sobre as propostas metodológicas e atividades desenvolvidas em sala de aula.

Para Selles e Ferreira (2004), como “colaborador silencioso”, o livro didático presta-se à escolha, à organização dos conteúdos e atividades e à metodologia de ensino. Na mesma perspectiva, Silva (2012, p. 139) afirma que a obra didática “seleciona e discorre sobre conteúdos científicos, sociais, históricos e gramaticais que a sociedade, de certo modo, reconhece como legítimos de serem apresentados a cada nova geração” e que esse material desempenha papel essencial de apoio à prática docente, uma vez que “auxilia o professor na organização da aula e na proposição de atividades”.

Esse posicionamento vai ao encontro das dimensões pedagógicas em que se situam as obras didáticas no contexto escolar, explicitadas por Selles e Ferreira (2004), e que se referem ao currículo, à ação didática e à formação docente.

Quanto à dimensão curricular, as autoras supracitadas (2004, p. 103) apontam que os “[...] os livros formalizam intenções tanto das comunidades disciplinares quanto das autoridades educacionais que venceram as disputas pela seleção e organização de aspectos de nossa cultura mais ampla”. Isso quer dizer que os livros didáticos expressam uma seleção de conhecimentos escolares, considerados por alguns grupos sociais como importantes e necessários à formação dos alunos. No caso do Brasil, as coleções didáticas têm refletido tanto os discursos da área científica quanto da educacional, além do discurso do Ministério da Educação, que manifesta sua presença mediante o processo avaliativo a que são

submetidos os livros didáticos no âmbito do PNLD, e que direcionam a escolha dos livros nas instituições públicas de ensino (SELLES; FERREIRA, 2004).

Os livros didáticos apresentam, também, uma proposta pedagógica a ser desenvolvida em sala de aula, influenciando a prática docente – daí sua dimensão didática (SELLES; FERREIRA, 2004). Para Amaral (2006, p. 115-116), o manual didático é importante no “processo de produção social da metodologia do ensino”, entretanto, não possui “auto-suficiência [sic] para determinar a resultante da prática pedagógica, mas, certamente, contribui muito para a definição dos seus rumos”, principalmente no contexto brasileiro, em que desempenha função relevante tanto no planejamento, quanto no desenvolvimento das aulas.

No que tange à formação dos professores, percebe-se que “[...] os livros didáticos interpõem-se em um caminho que vai da universidade à escola, sendo tacitamente aceitos como substitutivos de uma formação mais sólida” (SELLES; FERREIRA, 2004, p. 104). Essa situação se agrava nos anos iniciais do ensino fundamental, conforme alerta Selles e Ferreira (2004) e relata Longhini (2008), em sua pesquisa desenvolvida junto aos acadêmicos de um curso de Pedagogia. Nessa investigação, Longhini (2008) constatou que, diante da carência de conteúdos científicos, o livro didático acaba ganhando destaque na prática docente. Assim, além de desempenharem o papel de fonte de pesquisa sobre o conteúdo científico, os livros didáticos também são utilizados como “fonte de sugestões” acerca do processo de ensinar ciências, interferindo nas propostas didático-metodológicas desenvolvidas em sala de aula.

No mesmo sentido, Freitas (2008) afirma que o livro didático é “uma importante ferramenta na formação continuada do professor e um mediador na formação de conceitos e de metodologias de ensino e aprendizagem”, apesar de os professores utilizarem diversos recursos em sala de aula, além do livro didático. Por sua vez, Pinhão e Martins (2013) também concordam que, frente à ausência de investimento e insuficiência da formação docente, tanto inicial quanto continuada, as coleções didáticas ocupam importante papel como “agentes de formação” e de suporte das ações de ensino.

Ainda sobre as possíveis funções que os livros didáticos desempenham, Choppin (2004, p. 553) sintetiza quatro principais que segundo ele, podem variar conforme o cenário sociocultural, o período histórico, as disciplinas, o nível de ensino, as metodologias e as formas de uso. A “função referencial”, também

denominada de “curricular ou programática”, refere-se ao papel do livro como suporte para os conteúdos escolares; a “função instrumental” diz respeito às metodologias de ensino e às propostas de atividades e exercícios; a “função ideológica e cultural” se reporta à construção da identidade nacional, em que o livro didático assume o papel de ser “[...] um dos vetores essenciais da língua, da cultura e dos valores das classes dirigentes”; por fim, a “função documental” se reserva ao entendimento de que o livro didático pode vir a se tornar um instrumento para estimular uma postura crítica no aluno.

Embora o livro didático possa assumir múltiplas funções, Choppin (2004) chama a atenção para o fato de que o mesmo não se constitui como único instrumento, mas como um, entre tantos outros que se acham presentes no cenário escolar. Sobre essa questão, Nascimento (2002) constatou em sua pesquisa que os professores utilizam vários livros didáticos, assim como outros materiais de divulgação científica e livros paradidáticos, para organizar, desenvolver e avaliar a ação pedagógica.

Essa postura é também apontada por Megid Neto e Fracalanza (2006), como uma das formas de uso do livro didático no cotidiano escolar. Na investigação realizada, os autores classificaram os professores em três grupos de acordo com as maneiras pelas quais utilizam o livro didático. O primeiro grupo foi identificado como aquele em que os docentes utilizam várias coleções didáticas, de autores e editoras diversas, no planejamento e preparação de suas aulas. O segundo grupo faz uso do livro como apoio às atividades, mediante o uso de leitura de textos, imagens, mapas, exercícios. O terceiro grupo se refere àquele em que o livro é utilizado como fonte bibliográfica, tanto para consulta do professor, quanto do aluno.

Pode-se depreender dessas pesquisas que o livro didático assume diversos papéis e tal como destacou Choppin (2004), o lugar e a função que assumirá em sala de aula, dependerá de uma série de fatores, que vão desde o contexto sociocultural e histórico, as disciplinas, o nível de ensino para o qual o livro foi editado, até os métodos e formas de uso. Pode-se acrescentar, ainda, que dependerá da postura docente e de sua formação para um uso adequado e coerente dos materiais disponibilizados em seu espaço de trabalho.

Uma questão fundamental é que independentemente do uso que se faça desse material didático é imprescindível uma postura crítica e questionadora quanto ao seu conteúdo (RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2013). Há que se cuidar para que

não ocorra um processo de “naturalização” de que os conteúdos nele apresentados são sempre corretos e pertinentes ao ensino. Nesse sentido, faz-se necessário processos de formação docente nos quais se realize a problematização crítica quanto à seleção e organização dos conteúdos apresentados nos livros didáticos, conforme destacam Selles e Ferreira (2004).

É essencial, portanto, que os professores não assumam uma postura passiva em relação aos materiais didáticos, mas passem a questionar tanto os conteúdos, quanto as concepções e abordagens epistemológicas e de ensino nele expressas, pois diversas pesquisas apontam que há limitações, deficiências e equívocos conceituais em muitos livros didáticos (SELLES; FERREIRA, 2004; AMARAL, 2006; RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2013; ASSIS; PIMENTA; SCHALL, 2013; GÜLLICH; SILVA, 2013; MORI; CURVELO, 2013; MONTEIRO; BIZZO, 2014 entre outros).

3.2 LIMITAÇÕES E CRÍTICAS REFERENTES AOS LIVROS DIDÁTICOS

De acordo com Vilanova (2015, p. 180) há anos as coleções didáticas de ciências vêm recebendo críticas que podem ser agrupadas em quatro eixos principais: “(1) do ponto de vista pedagógico”, por reforçar uma abordagem de conteúdos pautados na memorização; “(2) do ponto de vista curricular”, por organizar o conhecimento científico de maneira fragmentada; “(3) do ponto de vista epistemológico, por apresentar uma concepção empirista e indutivista da ciência”; e “(4) do ponto de vista da política educacional”, por não corresponder adequadamente às alterações curriculares e às demandas educativas contemporâneas.

Embora os documentos oficiais para o ensino de ciências e os resultados das investigações na área da educação em ciências, apontem uma mudança discursiva, com repercussões no campo curricular, epistemológico e pedagógico (VILANOVA, 2015), e os resultados das investigações sobre a qualidade dos livros didáticos revelem lacunas e limitações que precisam ser superadas no conjunto de relações que envolvem os livros didáticos, “[...] suas vozes – via-de-regra – não são ouvidas nem pelas editoras e autores de livros didáticos, nem pelos órgãos gestores das políticas públicas educacionais” (MEGID NETO; FRACALANZA, 2006, p. 155),

conforme mostram os resultados de pesquisas contemporâneas sobre livros didáticos de ciências apresentados a seguir.

Situando-se entre as críticas, Monteiro e Bizzo (2014) investigaram como e a partir de quais concepções o processo saúde-doença são abordados nos livros didáticos de ciências para os primeiros anos do Ensino Fundamental no Brasil. Para tanto, os autores analisaram os livros dos professores das coleções didáticas de ciências para os anos iniciais (2º ao 5º ano) aprovadas pelo Programa Nacional do livro didático de 2010, totalizando uma amostragem composta por 44 volumes.

De acordo com os autores, o tema saúde é abordado nos livros didáticos tendo como foco o indivíduo e seus hábitos, produzindo uma descontextualização e um caráter prescritivo da saúde, na medida em que os condicionantes coletivos, tais como os culturais, socioeconômicos, contextuais, políticos, são pouco abordados. Atribui-se ao cidadão a responsabilidade por sua saúde, deixando-se de problematizar determinantes sociais e coletivos importantes para as condições de vida e promoção da saúde da população.

As abordagens propostas pelos livros didáticos, segundo Monteiro e Bizzo (2014), geram implicações para o processo de ensino e aprendizagem, de maneira que precisam ser questionadas, pois, do contrário, corre-se o risco de reforçar junto aos alunos uma visão equivocada, descontextualizada e distante dos referenciais contemporâneos e dos avanços conceituais da área.

Na mesma direção, apontando a descontextualização sociocultural dos conteúdos apresentados nos livros didáticos, Assis, Pimenta e Schall (2013) analisaram como o tema da dengue é tratado nos livros didáticos de ciências e biologia. Verificaram que as coleções analisadas apresentam visões distorcidas da ciência, erros conceituais, inadequações dos conteúdos e das ilustrações e uma abordagem que não leva em consideração a prática social dos sujeitos.

Reiteram que os temas relacionados à saúde precisam superar uma visão linear de informações e normas técnicas prescritivas a serem adotadas pelas pessoas. Destacam que os conteúdos precisam ser abordados de modo contextualizado e integrado, abarcando os diversos processos e fatores que condicionam a promoção da saúde.

No que se refere à melhoria da qualidade das coleções didáticas, as autoras apontam o papel fundamental desempenhado pelas avaliações realizadas pelo PNLD e sugerem que sejam melhorados os critérios de análise das obras, de modo

que estas se constituam em ferramentas capazes de proporcionar aos sujeitos um entendimento mais amplo da ciência e de suas temáticas, contribuindo assim para uma prática social mais consciente (ASSIS; PIMENTA; SCHALL, 2013).

No mesmo sentido, a pesquisa desenvolvida por Ruppenthal, Muenchen e Schetinger (2014), indica a necessidade de revisão dos critérios avaliativos das coleções didáticas, no âmbito do PNLD, de modo que o processo de avaliação ao qual são submetidas possa efetivamente colaborar para a melhoria da qualidade dos livros, em aspectos fundamentais do ensino de ciências. Em sua investigação, as autoras analisaram o edital que regulamentou o PNLD 2014 para os anos finais do ensino fundamental.

Ruppenthal, Muenchen e Schetinger (2014) apontam que, embora a discussão sobre o enfoque CTS esteja muito presente nas investigações acadêmicas, nas ações pedagógicas ainda tem muito a progredir e entre os motivos que colaboram para a ausência de práticas CTS estão os materiais didáticos utilizados no espaço escolar, que não apresentam essa abordagem e, assim, dificultam a divulgação de tais práticas no interior da escola.

As pesquisadoras afirmam que o fato de os livros didáticos não contemplarem as dimensões CTS estão relacionadas a lacunas nos editais que estabelecem os critérios para a inscrição e avaliação das obras didáticas. Na análise realizada, constataram que tanto a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – Lei 9394/96), quanto os PCN contemplam o enfoque CTS de maneira implícita e o mesmo ocorreu no edital que regeu a inscrição e avaliação dos livros didáticos no PNLD 2014.

Para as autoras (2014, p. 7), a ausência de clareza no edital quanto às dimensões do ensino CTS, “[...] pode contribuir para a produção de obras que não colaboram para que as práticas de sala de aula sejam consideradas como próximas do enfoque CTS”. De acordo com Ruppenthal, Muenchen e Schetinger (2014), o livro didático se constitui como uma das “possibilidades de disseminação” do enfoque CTS nas escolas e ao apresentar essa abordagem, torna-se um material que pode contribuir para o trabalho docente e instigar as transformações necessárias para um ensino de ciências contextualizado, que favoreça a formação de sujeitos aptos a tomar decisões conscientes, mediante a efetiva participação e capacidade de análise crítica de seu entorno. Sinalizam a importância, na continuidade da investigação, de se analisar o edital do livro didático para o ensino

médio, com o intuito de obter mais dados para confirmar a ideia de que os editais não trazem contribuições para a produção de obras didáticas com enfoque CTS.

Na mesma perspectiva, acrescenta-se a importância de se investigar o edital que rege a inscrição e avaliação dos livros didáticos de ciências para os anos iniciais do ensino fundamental, uma vez que as obras didáticas para esse nível de ensino, do mesmo modo que nos demais, podem apoiar o trabalho pedagógico e auxiliar na divulgação de práticas de ensino CTS nos primeiros anos da escolarização⁵³.

Vale ressaltar que divulgar propostas de ensino CTS nos anos iniciais é extremamente relevante, pois um aspecto é reconhecer que o ensino de ciências é indispensável para a formação do cidadão e que a abordagem das dimensões CTS contribuem para tal intuito e, desse modo, precisam ser discutidas desde a infância. Outro, é mediar ações pedagógicas de modo a viabilizar e, de fato, concretizar um ensino de ciências sob essa ótica.

Nesse sentido, livros didáticos com enfoque CTS poderiam trazer contribuições, auxiliando na disseminação, entre professores e alunos, de uma visão coerente da ciência, da sua natureza e de concepções adequadas no que se refere à ciência, à tecnologia, bem como, contribuir para a divulgação de propostas de ensino sob o viés CTS, visando à alfabetização científica e tecnológica.

Iniciativas na elaboração de livros didáticos com enfoque CTS já existem. Um exemplo é a obra “Química e Sociedade”, um livro didático de química para o ensino médio, cujos conteúdos são abordados por meio de temas sociais, levando o estudante a discutir e compreender os impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade e as inter-relações entre as dimensões ciência-tecnologia-sociedade (SANTOS *et al.*, 2004).

Outros exemplos de coleções de Química que apresentam avanços em relação à abordagem CTS⁵⁴ são apresentados por Tochetto (2016), cuja pesquisa teve como foco analisar livros didáticos dessa área, aprovados pelo PNLD 2015. Ao verificar os temas “vidros e metais”, o autor constatou que as coleções “Química” e “Química cidadã” abordam as inter-relações CTS, apesar de indicar a necessidade

⁵³ Tendo isso em conta, uma análise acerca dos critérios estabelecidos para a área de ciências quanto à presença do enfoque CTS no edital do PNLD 2016 será apresentada no capítulo 4 deste trabalho.

⁵⁴ Cabe ressaltar que as coleções didáticas mencionadas – Química e Sociedade, Química e Química cidadã, possuem autores que têm como eixo os pressupostos CTS.

de aprofundamento das articulações dos temas com outras áreas do conhecimento e de aspectos sócio-históricos em alguns tópicos analisados.

Essa possibilidade que os materiais didáticos possuem de incorporar fundamentos do ensino de ciências é de extrema importância, pois as investigações demonstram que as concepções que os professores possuem sobre ciência influenciam diretamente o modo como conduzem o seu ensino (PRAIA, CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002; CARLETTO, 2009). O livro didático, por sua vez, “[...] reflete as complexas relações entre ciências, cultura e sociedade no contexto da formação de cidadãos e se constitui a partir de interações situadas em práticas sociais típicas do ensino na escola” (MARTINS, 2012, p. 19).

As obras didáticas veiculam ideologias, valores e concepções (MARTINS, 2012) e podem ou não, contribuir para práticas docentes com um viés questionador, crítico, contextualizado. Desse modo, considerando que os livros didáticos são utilizados como referência para o trabalho docente, torna-se relevante conhecer de que modo os livros didáticos tratam as relações entre a tríade ciência-tecnologia-sociedade.

Além disso, ao analisar as concepções de um grupo de professores sobre o livro didático “Química e Sociedade”, Carneiro, Santos e Mól (2005, p. 11) destacam que as obras didáticas que trazem novas propostas para sala de aula, desempenham papel de suporte à ação docente, todavia, requisitam “novos Guias do Professor” que contribuam efetivamente para a concretização das práticas, não se limitando à mera “exposição de modelos de resolução de exercícios”. Assim, entendem que é preciso que os livros didáticos sejam elaborados “a partir de propostas pedagógicas bem definidas” que auxiliem o professor e não como um aglomerado de conteúdos, pois, como ferramenta frequentemente utilizada na ação docente, o livro didático “pode ser elemento propiciador de mudanças de práticas pedagógicas ou encorajador da manutenção de metodologias tradicionais”.

Cabe destacar que as pesquisas indicam que, se por um lado, já podem ser observadas mudanças positivas nas obras didáticas, em especial considerando a avaliação oficial realizada pelo PNLD (SAMPAIO, 2010; RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2013; MORI; CURVELO, 2013), por outro, apontam que ainda há muito que fazer para que as coleções didáticas correspondam aos avanços conceituais e aos fundamentos da área de ciências (AMARAL, 2006; GÜLLICH; SILVA, 2013; RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2013).

Particularmente sobre as relações CTS, embora seja reconhecida a sua relevância na educação científica, de acordo com Malaver, Rafael e D'Alessandro Martínez (2004), pouca ênfase é atribuída às interações CTS nas obras didáticas de ciências. Tal constatação é evidenciada em pesquisa desenvolvida por Paschini Neto (2011) que analisou os textos de Astronomia presentes em três coleções didáticas de ciências para ensino fundamental II.

O autor verificou que entre os textos analisados, apenas 27,7% abordam exemplos representativos da categoria “Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia”. Declara que “[...] os autores dos livros analisados não se preocuparam em explorar as questões propostas pelo Movimento CTS que poderiam ajudar professores e alunos a compreenderem o papel da Astronomia para humanidade” (PASCHINI NETO, 2011, p. 116).

Os resultados da pesquisa de Paschini Neto (2011) indicam que de modo geral, os livros didáticos analisados abordaram os conteúdos sem estabelecer relações com o contexto social, histórico e cultural, apresentando uma visão de ciência neutra, linear, desvinculada das dimensões culturais, humanísticas e sociais. Mostraram, também, que o ensino da tecnologia é deixado de lado.

Canhete (2011) investigou como as inovações propostas pelos PCN de ciências estavam sendo incluídas nos livros didáticos de ciências dos anos finais do ensino fundamental. Para a realização da pesquisa, o autor considerou as temáticas astronomia e poluição como mote para investigar, respectivamente, as inovações no âmbito da História e Filosofia da Ciência e do enfoque CTS.

Nesse trabalho, foram analisadas três coleções de ciências, que possuíam o grau mais alto, o intermediário e mais baixo na avaliação do PNLD 2011. Os resultados mostraram que o Guia do Livro Didático, disponibilizado aos docentes para auxiliar no processo de escolha dos livros, não traz informações claras para analisar a presença das inovações nas coleções didáticas. Apesar disso, a análise realizada nos livros apontou que os mesmos já incorporaram algumas inovações, embora de modo insuficiente para promover uma mudança no ensino de Ciências.

Analisando, também, obras didáticas de ciências do ensino fundamental, Araújo (2012) teve como objetivo investigar a reelaboração discursiva que ocorre nos textos informativos científicos ao serem incluídos em livros didáticos. Para tanto, analisou três obras didáticas de ciências, a partir do tema biotecnologia. Ao realizar a comparação dos textos informativos presentes nas obras didáticas com os textos

científicos originais, a autora concluiu que os didáticos são sintetizados e se limitam à transmissão de informação desacompanhada de uma reflexão crítica sobre as dimensões sociais, políticas e econômicas que envolvem a ciência e a tecnologia.

Segundo Araújo (2012), os resultados mostraram que nos textos informativos didáticos não existe uma preocupação em desconstruir a visão da ciência como a solucionadora dos problemas humanos; no que tange à discussão sobre os impactos da biotecnologia, os textos didáticos se restringem a apresentá-los de maneira descritiva, suprimindo diversas argumentações presentes nos textos originais e que contribuiriam para um debate mais amplo e para o estudante compreender a temática e construir seu ponto de vista a partir do diálogo e reflexão propiciada pelo contato com diferentes visões sobre o assunto em questão. Além disso, os resultados revelaram que os textos didáticos analisados não incentivam a participação dos sujeitos no debate relativo à biotecnologia e pouco contemplam as relações CTS, “[...] reforçando a ideia da Ciência neutra, do conhecimento pronto e acabado e de um processo de produção científica livre de contradições e conflitos” (ARAÚJO, 2012, p. 87).

Com o intuito de caracterizar a contextualização do tema da transgenia em relação à sua sintonia com os pressupostos CTS nos livros didáticos de biologia, Salla (2016) analisou cinco coleções de biologia do Ensino Médio tanto em relação à abordagem teórica, quanto às atividades propostas.

De acordo com a autora, as coleções didáticas contextualizaram o tema em relação ao cotidiano do estudante e apresentaram “perspectivas relevantes no âmbito dos Estudos CTS para o tema da transgenia” (SALLA, 2016, p. 101). Apesar disso, os resultados mostraram que muitas informações relativas às questões CTS não foram contempladas entre os textos principais e sim em quadros complementares; e aspectos relevantes, tais como: discussões acerca do papel do cientista; a inserção de aspectos históricos acerca da produção dos transgênicos; discussões sobre o consumo de alimentos orgânicos versus alimentos transgênicos, não foram abordados na maioria dos livros por ela investigados.

Além disso, Salla (2016) observou que as obras enfatizaram os benefícios da tecnologia dos transgênicos, em detrimento da abordagem acerca dos possíveis riscos e polêmicas que envolvem o tema. E os diversos interesses sociais que permeiam e influenciam a produção dessa tecnologia, também mantiveram-se ausentes na maioria das obras investigadas.

Costa (2013), por sua vez, analisou três obras didáticas de biologia quanto à abordagem científica e a educação para a cidadania. Para tanto, escolheu o tema “poluição das águas e dos solos” e o avaliou a partir das seguintes categorias de análise: clareza do texto; adequação científica; figuras/esquemas; causas; consequências e soluções. Para a análise da abordagem CTS foram utilizadas as categorias: vinculação dos exemplos com a realidade; presença da história da ciência; influências mútuas CTS; impactos sociais éticos e ambientais na aplicação da tecnologia; resolução de problemas à luz da tecnologia; tomada de decisões e resolução de problemas.

Sobre a abordagem CTS, o autor verificou que todos os livros analisados apresentaram relações com a realidade e contemplaram as repercussões socioambientais e éticas que envolvem o tema da poluição. Todavia a história da ciência e as influências mútuas CTS não foram contempladas em nenhuma das três obras analisadas, sinalizando que os livros didáticos, apesar de apresentarem avanços no sentido de uma educação voltada à cidadania, ainda tem deixado de abordar aspectos importantes para uma compreensão crítica das relações CTS.

Tendo como foco de análise a relação CTS nos livros didáticos de física, Fernandes (2013) selecionou as obras aprovadas pelo PNLD, que foram utilizadas nos municípios de Macaé e Angra dos Reis, no período compreendido entre 2009 e 2011. Na investigação, incluiu a análise de questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) realizado nos anos de 2009, 2010 e 2011.

O autor chegou à conclusão de que a perspectiva CTS foi tratada de maneira “pontual e muitas vezes isolada” nos livros didáticos, indicando um modo de se buscar atender uma demanda oriunda principalmente das avaliações do PNLD. Constata que as relações CTS foram contempladas como elemento motivador e “com pouca problematização”. Os resultados de sua pesquisa apontaram que há “um esforço inicial por parte de alguns autores” das obras didáticas em inserir temáticas relacionadas às questões sociais de relevância para a população, entretanto, essas foram abordadas de modo superficial e pontual nas obras analisadas (FERNANDES, 2013, p. 106).

Estudo semelhante foi realizado por Amaral, Xavier e Maciel (2009), cujo propósito foi de verificar como a relação CTS estava contemplada nos livros didáticos de Química. Selecionaram seis livros recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio 2007 (PNLEM/2007) e escolheram a

área de Química Orgânica, em particular os tópicos que trataram das funções orgânicas, para a análise das relações CTS.

Os autores lembram que ao realizarem um recorte para o processo de análise, deixaram de verificar as relações CTS em outros conteúdos e acreditam que de modo geral, essas relações poderiam estar contempladas em outros tópicos das obras selecionadas. No entanto, entre os conteúdos analisados, verificaram que “em geral, as relações CTS não estão totalmente contempladas”, o que pode contribuir, segundo os pesquisadores, para que as atividades nas aulas de Química sejam realizadas sem a necessária relação com o contexto social dos estudantes. Constataram, também, que em algumas obras, as relações CTS são incluídas na forma de exemplos, em que se verificou pouca discussão no que se refere às implicações geradas ao meio ambiente e à sociedade (AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009, p. 101).

Por sua vez, os resultados da pesquisa realizada por Güllich e Silva (2013), na qual analisaram dez obras didáticas de ciências, de séries, autores e coleções diferentes, avaliados pelo PNLD, mostraram que os livros didáticos em frequência de 9:10 apresentam uma “visão de ciência reproducionista”. Os experimentos e práticas são desenvolvidos por meio de cópia e instauram uma ideia de ciência como processo neutro, verdadeiro e uma imagem de ciência reprodutora do conhecimento.

Os autores observaram, também, nos livros analisados, a presença de preconceitos a respeito de minorias sociais e étnicas e “valores controvertidos sobre as relações entre a ciência e a sociedade e entre os pesquisadores e a comunidade” (GÜLLICH; SILVA, 2013, p. 161). Identificaram, ainda, “imagens caricaturais de cientistas”, que acabam disseminando uma visão distorcida e fantasiosa da ciência e do trabalho científico. Além disso, afirmaram que o modelo de ensino habitualmente veiculado no livro didático “acaba por reproduzir uma ciência que apresenta muitas influências do positivismo” (GÜLLICH; SILVA, 2013, p. 162).

De acordo com os autores, muitos livros didáticos apresentaram vários equívocos teóricos e procedimentais que podem comprometer o processo de aprendizagem em ciências. Diante dessas questões, Güllich e Silva (2013) alertam para a necessidade de reflexões acerca do PNLD e atenção aos processos formativos dos professores, tanto no que diz respeito à formação inicial, quanto continuada, no sentido de que se constituam enquanto espaços crítico-reflexivos dos fundamentos da educação em geral e da educação em ciências, especificamente,

incluindo nesse processo o debate sobre o livro didático e o seu uso em sala de aula.

Os resultados dessas investigações revelam que os livros didáticos de ciências pouco têm contribuído para a compreensão das inter-relações CTS. Tal constatação não se restringe à realidade brasileira, mas tem sido verificada nos manuais de outros países, como mostram resultados de pesquisas realizadas na Inglaterra (MORRIS, 2014), Grécia (ALEXIOU; SKOUMIOS, 2016), Egito (MANSOUR, 2010), África do Sul (RAMNARAIN; PADAYACHEE, 2015), Finlândia e Suécia (VESTERINEN; AKSELA; LAVONEN, 2013), Turquia (ÇAKICI, 2012), Portugal (FERNANDES; PIRES, 2013; FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2016 e 2017) e Espanha (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2017).

Em investigação que analisou livros didáticos de ciências da Inglaterra, destinados a estudantes de quatorze a dezesseis anos, Morris (2014) estudou como as questões sociocientíficas de tecnologia genética reprodutiva e mudanças climáticas são apresentadas nos livros. Os resultados da investigação mostraram que as perspectivas que os livros escolares adotaram não contemplam, em grande parte, as perspectivas das ciências sociais.

Alexiou e Skoumios (2016) analisaram aspectos da alfabetização científica em obra didática de física da Grécia, utilizada com estudantes de quatorze anos. Para tanto, desenvolveram uma estrutura de análise de conteúdo que compreendeu cinco dimensões de alfabetização científica: conhecimento de conteúdo, natureza da ciência, competências científicas, interação da ciência e tecnologia com a sociedade e metacognição. Segundo os autores, os resultados revelaram que o conhecimento de conteúdo foi a dimensão privilegiada no livro, seguida das competências científicas. Concluíram que a presença das outras três dimensões da alfabetização científica foi notavelmente restrita.

Outros quatro estudos (MANSOUR, 2010; RAMNARAIN; PADAYACHEE, 2015; VESTERINEN; AKSELA; LAVONEN, 2013; ÇAKICI, 2012) também buscaram investigar a inserção da alfabetização científica nos livros didáticos. Nesse intuito, os pesquisadores usaram um quadro conceitual elaborado por Chiappetta, Fillman e Sethna (1991)⁵⁵ que abrange quatro aspectos da alfabetização científica, a saber: 1)

⁵⁵ CHIAPPETTA, E. L.; FILLMAN, D. A.; SETHNA, G. H. **Procedures for conducting content analysis of science textbooks**. Houston, TX: Department of Curriculum and Instruction, University of Houston, 1991.

a ciência como um corpo de conhecimento; 2) a natureza investigativa da ciência; 3) a ciência como forma de pensar; e 4) a interação da ciência, tecnologia e sociedade.

Mansour (2010) analisou os manuais de ciências utilizados na escola preparatória egípcia, que engloba os 7º, 8º e 9º anos de escolaridade, nos quais a ciência é trabalhada de modo integrado (ou seja, contempla a área de física, química e biologia). A disciplina de ciência preparatória egípcia conta com três livros, sendo dois volumes de cada série, de maneira que o *corpus* de análise da investigação se constituiu em um total de seis livros. Os resultados apontaram que o foco dos manuais estiveram centrados no aspecto do conhecimento da ciência; as demais dimensões tiveram um número menor de representações. Concluiu que as interações CTS foram negligenciadas, sobretudo nos 8º e 9º anos e esses resultados coincidiram com outras investigações, que já mostravam que os currículos de ciências do Egito contemplavam as inter-relações CTS de modo muito superficial.

A pesquisa conduzida por Ramnarain e Padayachee (2015) analisou, em especial, as diferenças entre a representação da natureza da ciência nos manuais Sul-Africanos de biologia, que foram elaborados para um currículo anterior, e os novos livros de ciências que estariam em consonância com o currículo nacional reformulado.

Segundo os autores, os dados demonstraram que tanto os livros de ciências, quanto os de biologia, contemplaram de maneira significativa a dimensão “a ciência como um corpo de conhecimento”. Apesar de a reforma curricular realçar uma perspectiva mais equilibrada da ciência, incluindo as suas diferentes dimensões, os livros apresentaram de maneira limitada os demais aspectos, não correspondendo a reforma curricular implantada. A análise comparativa dos manuais constatou mudanças exíguas quanto à abordagem dos aspectos da natureza da ciência.

Os pesquisadores supracitados defendem uma alteração radical para uma representação mais equilibrada da natureza da ciência nos livros didáticos. Destacam que, na África do Sul, os novos livros escolares são exibidos pela primeira vez por um painel escolhido pelo Departamento de Educação Básica antes de serem aprovados para a lista de livros que as escolas podem encomendar. No processo de revisão, o painel avalia os manuais segundo os critérios elaborados pelo departamento. Para melhorar as chances de aprovação, os editores orientam os escritores para garantir que os livros contemplem esses critérios. Assim, Ramnarain

e Padayachee (2015) acreditam que é provável que uma mudança nos livros possa ser concretizada, se o departamento de educação incluir nos critérios de seleção uma perspectiva mais equilibrada sobre a natureza da ciência.

Resultados semelhantes foram verificados nos manuais didáticos de química finlandeses e suecos do ensino secundário. Ao avaliar como os diferentes aspectos da natureza da ciência estavam representados nos manuais de química, Vesterinen, Aksela e Lavonen (2013) observaram que os livros didáticos analisados não abordaram de modo equilibrado as dimensões da alfabetização científica investigadas. Prevaleram, nas obras, os conteúdos da ciência e as dimensões “ciência como forma de pensar” e a “interação entre ciência, tecnologia e sociedade” foram pouco abordadas.

Em sua pesquisa, Çakici (2012) analisou os livros didáticos turcos de ciências para os 4º e 5º anos da educação primária. Conforme o autor, a prática docente orientada pelo livro didático ainda é comum nas salas de aula em todos os níveis de ensino. No caso da Turquia, o sistema de ensino é centralizado e todos os professores seguem os currículos nacionais e os livros de ciência aprovados pelo Ministério da Educação. Sendo assim, considerando que os livros escolares desempenham um papel relevante no processo de ensino e aprendizagem e que esses podem apoiar a implantação de um novo currículo, Çakici (2012) analisou os quatro livros didáticos de ciências, aprovados pelo Ministério da Educação, destinados aos 4º e 5º anos da educação primária.

Para a análise, o autor realizou um recorte de conteúdo, a partir de três unidades abordadas nos livros: eletricidade, corpo humano e matéria. Os resultados revelaram que os manuais turcos de ciência também não contemplam os aspectos da alfabetização científica de maneira equilibrada. Segundo Çakici (2012), em quase metade do material textual das obras analisadas prevaleceu a ciência como um corpo de conhecimento; aproximadamente um terço da sua apresentação teve foco no ensino da ciência por meio da investigação; e cerca de um quinto do material abordou a interação entre ciência, tecnologia e sociedade. Quanto à ciência como forma de pensar, o pesquisador constatou que era quase inexistente nos livros analisados.

Çakici (2012) entende que os livros didáticos precisam garantir uma distribuição mais equilibrada das dimensões da alfabetização científica, para que possam auxiliar nas reformas da educação científica e colaborar para a formação de

sujeitos capazes de tomar decisões coerentes em questões relativas à ciência e à tecnologia. Com base em Chiapetta e Fillman (2007)⁵⁶, o autor ressalta que uma melhor representação da alfabetização científica nos livros didáticos não assegurará que a maioria dos estudantes tenha compreensão dos diferentes aspectos da alfabetização científica, contudo, acredita que pode potencializar essa compreensão. Além disso, observa que foram encontradas poucas referências relativas à história da ciência nos livros analisados.

Especificamente sobre a inserção do enfoque CTS nos livros didáticos de ciências para os anos iniciais do ensino fundamental, a investigação realizada por Fernandes e Pires (2013) nos manuais de ciências de Portugal mostrou que os textos e as atividades propostas na grande maioria dos materiais pouco estimulam a exploração das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

De acordo com as autoras, apesar das pesquisas da área da didática das ciências evidenciarem as potencialidades do ensino de ciências sob a ótica CTSA, como meio de promover a alfabetização científica, tal perspectiva de trabalho “não tem sido claramente integrada nos processos de ensino/aprendizagem das ciências nem nos materiais curriculares, em particular nos manuais escolares” (FERNANDES; PIRES, 2013, p. 36-37).

Segundo Fernandes e Pires (2013) é função da escola promover um ensino de ciências que possibilite a formação de cidadãos para o mundo científico-tecnológico contemporâneo. Para tanto, entendem que é necessário que os docentes sejam capazes de propiciar processos de ensino e aprendizagem que envolvam os estudantes em situações-problema do cotidiano e que, entre outras questões, é preciso que os manuais escolares incorporem a abordagem CTSA, indicando sugestões para a concretização do trabalho com as ciências sob esse enfoque em sala de aula.

Assim, com o intuito de investigar se os manuais escolares de ciências contemplaram os conteúdos científicos, relacionando-os com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e/ou se apresentaram atividades que contribuem para o estabelecimento dessas relações, Fernandes e Pires (2013) analisaram sete manuais do 5º ano do ensino básico, sendo um de cada editora. As autoras

⁵⁶ CHIAPPETTA, E. L.; FILLMAN, D. A. Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. **International Journal of Science Education**, n. 29, v. 15, p. 1847-1868, 2007.

utilizaram um instrumento que considerou uma categoria de análise que elas denominaram “Elementos de Concretização do Processo de Ensino/Aprendizagem”, contendo duas dimensões: a “Dimensão A”, referente ao “Discurso/Informação Facultada”, observando o texto dos manuais quanto ao discurso utilizado e a informação transmitida; e a “Dimensão B”, referente às “Atividades de Ensino/Aprendizagem”, considerando as propostas de atividades sugeridas pelos manuais; e treze indicadores, sendo nove relativos à Dimensão A e quatro referentes à Dimensão B.

Após uma análise inicial, Fernandes e Pires (2013) constataram que todos os manuais apresentavam a perspectiva CTSA. Entretanto uma análise mais detalhada demonstrou que apenas três, dos sete manuais investigados, a apresentavam de modo integrado aos conteúdos e/ou às atividades propostas ao longo das unidades; nos demais, a inclusão da perspectiva aparecia somente em seções próprias, isoladas do restante da obra e muitas vezes sem nenhuma referência à abordagem CTSA.

A partir da análise pormenorizada, verificaram que, em muitos manuais, grande parte dos indicadores CTSA não eram contemplados. Além disso, embora alguns manuais apresentassem um número significativo de episódios que indicavam a presença da perspectiva CTSA, nem sempre os abordavam de maneira explícita quanto às suas inter-relações:

Muitas vezes, a referência limita-se ao título, que indica CTSA, mas o texto/tarefa aí proposto(a) ou não explora as relações CTSA ou só de forma muito implícita é que elas são sugeridas, e só um professor experiente e com formação nesta matéria será sensível e estará apto à sua exploração. Ou seja, apercebemo-nos que muitos desses episódios são evidências mal exploradas que não refletem, de facto, a perspectiva CTSA de forma desejada (FERNANDES; PIRES, 2013, p. 39).

Nesse sentido, as autoras destacam que as relações CTSA se apresentaram nos livros de modo tão implícito que podem ser percebidas, e “de forma muito tênue”, apenas por professores que já tenham algum conhecimento sobre essa abordagem; e passam de modo despercebido pelos estudantes.

Em vista desses resultados preliminares, Fernandes e Pires (2013) buscaram analisar em cada indicador, se a presença das relações CTSA se fazia de modo implícito ou explícito. Consideraram explícitos os episódios em que os pressupostos “estavam presentes de forma clara e precisa”; e implícitos aqueles em

que os pressupostos assumidos não se encontravam claramente e de modo preciso, mas que apresentavam frase, expressão ou imagem que podiam subsidiar o seu desenvolvimento (FERNANDES; PIRES, 2013, p. 40).

Desse modo, a análise procedeu-se quanto à presença dos indicadores CTSA no discurso e nas propostas de atividades dos manuais, e quanto à frequência de episódios explícitos e implícitos em cada indicador.

No que se refere à ocorrência de episódios com a presença da abordagem CTSA, as autoras observaram onze indicadores, entre os 13 que constavam no instrumento de análise utilizado, com predominância de episódios em alguns indicadores em detrimento de outros. No concernente à frequência da presença da abordagem CTSA de modo explícito ou implícito, Fernandes e Pires (2013) constataram que, com exceção de dois manuais (um que apresentou mais episódios explícitos do que implícitos, e um que revelou o mesmo número de episódios implícitos e explícitos), os materiais didáticos analisados apresentaram mais trechos com presença da abordagem CTSA de forma implícita do que excertos que mostraram as relações CTSA de maneira clara e precisa.

Para as autoras, esses resultados indicaram, por um lado, que apesar de ser verificada a presença da abordagem CTSA nos manuais, grande parte dos discursos e/ou atividades propostas constituem referências pouco estimuladoras de um trabalho educativo que contemple as inter-relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, pois essas interações foram, em sua maioria, pouco evidenciadas nos materiais analisados. Por outro lado, podem revelar que há potencialidades da abordagem CTSA, se os docentes se mostrarem receptivos a essa e tiverem acesso a uma formação continuada para o desenvolvimento de um ensino de ciências sob esse viés.

Assim, Fernandes e Pires (2013) constataram que os manuais de ciências apresentaram poucas contribuições para a educação CTSA, tanto no que se refere aos textos veiculados, quanto às propostas de atividades. No que tange aos textos, as autoras concluíram que “na sua grande maioria, os textos/discurso facultado pelos manuais escolares traduz os conteúdos científicos como ‘ciência pura’, desconectados de outros campos do saber, e que são poucas as sugestões para se explorarem, compreenderem e avaliarem as inter-relações CTSA”. Quanto às atividades, apontaram que poucas “propõem debates, pesquisas, discussão de temas controversos, situações de aplicação ao dia-a-dia, etc., que levem ao

envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento onde se manifeste a interação CTSA” (FERNANDES; PIRES, 2013, p. 44-45).

Além disso, Fernandes e Pires (2013) observaram que houve poucas referências que suscitassem a compreensão sobre o trabalho científico como produção social e humana, vinculada a determinados interesses e sujeita a equívocos e alterações. Nas palavras das autoras:

Parece que nos manuais escolares ainda se valoriza, essencialmente, a ciência/os conteúdos científicos, sendo raros os textos que informam sobre o trabalho realizado pelos cientistas em situações reais, das suas motivações e interesses, das interações com outros cientistas, da coletivização do conhecimento científico, ou mesmo, dos seus êxitos e fracassos. Também não se estabelecem relações entre o trabalho laboratorial/experimental e o ‘saber fazer’ relacionado com aspetos práticos da vida (FERNANDES; PIRES, 2013, p. 44).

Nota-se que as investigações realizadas nos livros didáticos de outros países, a exemplo da Turquia (ÇAKICI, 2012), África do Sul (RAMNARAIN; PADAYACHEE, 2015), Egito (MANSOUR, 2010), Grécia (ALEXIOU; SKOUMIOS, 2016), Finlândia e Suécia (VESTERINEN; AKSELA; LAVONEN, 2013) a ênfase dos materiais também recaiu sobre a ciência como um corpo de conhecimentos e as inter-relações CTS foram pouco contempladas.

A pesquisa realizada por Fernandes e Pires (2013) revelou que a inserção da abordagem CTSA nos manuais escolares portugueses é bastante restrita, pois muitas vezes os textos e atividades propostas não estabeleceram, nem sugeriram as relações CTSA, e quando o fizeram, essas não foram explicitamente evidenciadas.

Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo comparativo entre os livros didáticos de ciências da educação primária de Portugal e da Espanha (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2017). O estudo teve como objetivo investigar se os conteúdos científicos foram contemplados de modo inter-relacionado com a tecnologia, sociedade e ambiente. Foram analisados doze livros portugueses e doze livros espanhóis correspondentes ao mesmo nível de ensino, sendo selecionadas as editoras mais conhecidas e com maior venda nos mercados de cada país. Para realizar o estudo dos manuais, foi utilizado o mesmo instrumento e dimensões de análise de Fernandes e Pires (2013), descritas anteriormente.

De acordo com Fernandes, Pires e Delgado-Iglesias (2017), os resultados sinalizaram que a perspectiva CTSA foi abordada tanto nos livros portugueses, quanto nos espanhóis, sendo que um maior número de episódios foram identificados

nos livros portugueses. Verificaram, também, que nas obras de ambos os países, houve maior presença de aspectos CTSA nos discursos do que nas propostas de atividades, levando à conclusão de que as atividades sugeridas não estimulam o entendimento das relações CTS. Com base nos resultados, os autores concluíram que os manuais analisados não contribuem satisfatoriamente para promover a educação CTSA.

Pode-se depreender desses estudos que, apesar de existirem iniciativas da inclusão das questões sociais envolvendo a ciência e a tecnologia, o espaço reservado para tais discussões nas obras didáticas ainda é pouco expressivo, tanto nos livros de ciências brasileiros, quanto nos manuais estrangeiros.

Particularmente sobre a inserção das inter-relações CTS nos livros destinados aos alunos dos primeiros anos da educação básica. Os estudos realizados em Portugal e Espanha revelaram que nos materiais analisados há inclusões pontuais das interações CTS, pouco frequentes e muitas vezes, realizadas de maneira implícita, pouco estimulando a abordagem das questões CTS, uma vez que dada a ausência de clareza de orientações em torno deste enfoque, somente os professores mais sensíveis e atentos à consideração dos pressupostos de tal perspectiva de trabalho, é que têm condições de perceber as possibilidades de relações e implementar, em sala de aula, ações pedagógicas em sintonia com esse viés.

Além disso, as pesquisas referenciadas nesta seção revelaram que os livros didáticos de ciências sugerem poucas atividades que instigam o desenvolvimento da capacidade de reflexão dos alunos, do posicionamento crítico e da tomada de decisão acerca de questões contemporâneas importantes, nas quais se evidenciam as relações CTS. E ainda, há materiais que acabam por reforçar uma imagem mítica acerca da e do cientista e uma imagem equivocada da ciência, desvinculada de outras áreas do conhecimento e sem referências sobre o trabalho das (os) cientistas como uma construção coletiva, social e historicamente contextualizada, sujeita às pressões, a possibilidades de acertos e erros e sempre vinculada aos valores, motivações e interesses sociais, políticos e econômicos.

Esses resultados, portanto, auxiliam na percepção dos desafios, das limitações e das potencialidades educativas que os livros didáticos possuem. Reforçam a relevância da continuidade de investigações que se dediquem a analisar criticamente e sob diferentes perspectivas, tal como apontam Selles e Ferreira

(2004), esse instrumento tão presente nas salas de aula, que é o livro didático. De modo particular, com base nas investigações já realizadas sobre o manual didático de ciências, evidencia-se a necessidade do desenvolvimento de novas pesquisas sobre os livros didáticos de ciências para os anos iniciais do ensino fundamental. Visto que, na literatura, encontra-se ampla discussão sobre os livros didáticos de ciências, entretanto, identifica-se uma lacuna em relação à pesquisa sobre como a perspectiva CTS é abordada no material didático destinado à primeira etapa do ensino fundamental no contexto brasileiro e quais as contribuições desse recurso para uma compreensão crítica acerca da ciência e das suas interações com a tecnologia e a sociedade.

Estudos com esse direcionamento podem contribuir revelando o potencial, assim como as limitações e lacunas desses materiais, que ao serem identificadas, podem suscitar reflexões e sugestões de mudanças, em sintonia com os resultados das pesquisas em educação em ciências, e/ou propostas complementares/alternativas aos livros didáticos podem ser elaboradas. Isso na expectativa de apontar questões relevantes que os autores podem considerar nas revisões ou nas novas edições de suas obras; gerar reflexões e contribuições para os docentes que selecionam e fazem uso das obras didáticas de ciências; e ainda, para os futuros professores, instigando reflexões que podem ser somadas aos estudos sobre esse recurso didático, bem como, acerca dos critérios de escolha e de utilização do livro nas práticas pedagógicas. É nesse viés que este trabalho se insere.

Entendendo que o livro didático é construído a partir de diferentes relações e fatores que o influenciam, as pesquisas dedicadas à análise crítica desse objeto, podem, também, apontar limites e lacunas presentes em outros aspectos, para além das coleções didáticas como produtos finais, como as questões que incidem sobre a sua produção, avaliação oficial, escolha realizada pelos professores, entre outras.

Nesse sentido, vale realçar que investigações já realizadas evidenciam que as avaliações efetuadas no âmbito do PNLD, por um lado, contribuíram para melhorias nas coleções didáticas, por outro, indicam que o processo avaliativo do programa ainda “tem muito a progredir” (GÜLLICH; SILVA, 2013). Para Amaral (2006, p. 97) a avaliação na área de ciências deixa de considerar aspectos importantes dos fundamentos da área de ciências e, na opinião do autor, uma vez ausentes entre os critérios avaliativos, “deixam de orientar as reformulações das

coleções didáticas, bem como as novas produções, retardando a real melhoria do LD” (AMARAL, 2006, p. 97). Na mesma perspectiva, podem ser citadas as pesquisas realizadas por Leão e Megid Neto (2006) e, mais recentemente, Ruppenthal, Muenchen e Schetinger (2014) e Assis, Pimental e Schall (2013). Esses últimos revelam que os livros didáticos:

sofrem nenhuma ou reduzidas alterações significativas em suas sucessivas edições, e acabam mantendo, entre si, excessiva padronização. Perpetuam visões distorcidas acerca da ciência, reproduzindo erros e inadequações acerca dos conteúdos e ilustrações veiculados nesse material, o que repercute no saber docente e prejudica o processo de ensino-aprendizagem [...] (ASSIS; PIMENTAL; SCHALL, 2013, p. 649).

Evidencia-se, desse modo, que o PNLD desempenha um importante papel como parte da política pública educacional do Estado, que exerce significativa influência sobre a produção, avaliação, escolha e distribuição dos livros didáticos nas escolas brasileiras (LEÃO; MEGID NETO, 2006; AMARAL, 2006; RUPPENTHAL; MUENCHEN; SCHETINGER, 2014).

A próxima seção dedica-se a apresentar algumas das principais características desse Programa, para, no próximo capítulo, abordar sobre a avaliação oficial a que foram submetidos os livros didáticos no âmbito do PNLD 2016.

3.3 O PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO E DO MATERIAL DIDÁTICO

O Programa Nacional do Livro e do Material Didático⁵⁷ é entendido “como uma estratégia de apoio à política educacional implementada pelo Estado brasileiro”, com o intuito de atender uma necessidade que se fez obrigatória a partir da Constituição Federal de 1988, que estabelece que “O dever do Estado para com a educação será efetivado mediante a garantia de [...] VII – atendimento ao educando no ensino fundamental, através de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde” (HÖFLING, 2000, p. 159-160).

⁵⁷ A partir da publicação do Decreto nº 9.099 de 18 de julho de 2017, o PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) passou a ser denominado, sob a mesma sigla, de “Programa Nacional do Livro e do Material Didático”.

Trata-se de um programa muito amplo de aquisição e distribuição de livros e materiais didáticos, que tem grande relevância no âmbito da política educacional brasileira. Para Silva (2012, p. 817), o PNLD se constituiu como uma política de Estado e “tornou o livro didático um objeto acessível para praticamente todos os estudantes de escolas públicas brasileiras”. Isso pode ser verificado, pelo menos em termos legais, na LDB (BRASIL, 1996), na qual se determina o atendimento aos estudantes “em todas as etapas da educação básica”, conforme alteração de redação dada pela Lei nº 12.796 de 2013; e em outros documentos oficiais, tais como a Resolução nº 42, de 28 de agosto de 2012, que dispõe sobre o Programa Nacional do Livro Didático e o Decreto nº 9.099 de 18 de julho de 2017, que discorre sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático.

O PNLD passou por muitas modificações ao longo dos anos, sua execução foi realizada por diversos órgãos (HÖFLING, 2000) e seu modo de funcionamento também sofreu alterações no decorrer da sua história, que teve início em 1929, com a fundação do Instituto Nacional do Livro (DI GIORGI *et al.*, 2014)⁵⁸. O atual formato do PNLD começou a ser delineado a partir de 1996, consolidado pelo Decreto nº 7.084 de 2010 (BRASIL, 2010), o qual foi revogado pelo Decreto nº 9.099 de 2017 (BRASIL, 2017). De acordo com o novo Decreto (BRASIL, 2017), o PNLD tem como objetivos:

- I - aprimorar o processo de ensino e aprendizagem nas escolas públicas de educação básica, com a conseqüente melhoria da qualidade da educação;
- II - garantir o padrão de qualidade do material de apoio à prática educativa utilizado nas escolas públicas de educação básica;
- III - democratizar o acesso às fontes de informação e cultura;
- IV - fomentar a leitura e o estímulo à atitude investigativa dos estudantes;
- V - apoiar a atualização, a autonomia e o desenvolvimento profissional do professor; e
- VI - apoiar a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017, Art. 2º).

Nesse contexto, o PNLD assume a tarefa de avaliar e disponibilizar obras didáticas e outros materiais de apoio ao trabalho educativo, de maneira sistemática, regular e gratuita. E, a partir do Decreto 9.099 de 2017, prevê o atendimento não só às escolas públicas da educação básica, mas também, “às instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público” (BRASIL, 2017, Art. 1º).

⁵⁸ Os artigos de Höfling (2000) e Di Giorgi *et al.* (2014) apresentam uma descrição da história do PNLD.

Esse Programa envolve grande empenho do Estado brasileiro, tanto no planejamento, quanto na implementação para atender aos estudantes do ensino fundamental, do ensino médio e, atualmente, da educação infantil, como pode ser observado no Decreto de 2017 (BRASIL, 2017).

Ainda de acordo com o novo Decreto nº 9.099/2017, o PNLD abrange:

a avaliação e a disponibilização de obras didáticas e literárias, de uso individual ou coletivo, acervos para bibliotecas, obras pedagógicas, softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros materiais de apoio à prática educativa, incluídas ações de qualificação de materiais para a aquisição descentralizada pelos entes federativos (BRASIL, 2017, Art. 1º, § 1º).

Observa-se uma preocupação com a expansão do atendimento para toda a educação básica e uma expansão em termos de materiais que se pretende disponibilizar para as escolas. Há, também, no âmbito desse Programa (já de longa data), uma preocupação com a qualidade das obras didáticas, sendo implantado um processo de avaliação, com o intuito de melhorar a qualidade das coleções distribuídas nas escolas.

Com a publicação do Decreto nº 9.099/2017, foi ampliado o número de profissionais da educação beneficiados pelo Programa, pois, além de oferecer livros e outros materiais didáticos aos alunos e professores das escolas públicas (que já eram contemplados pelo Programa, conforme o Decreto nº 7.084 de 2010 – BRASIL, 2010), o novo Decreto prevê que “as ações do PNLD serão destinadas aos estudantes, aos professores e aos gestores das instituições” atendidas (BRASIL, 2017, Art. 1º, § 2º).

Cabe mencionar que o PNLD demanda um investimento de recursos públicos gigantesco. A título de exemplo pode ser observado no quadro 4, o demonstrativo físico-financeiro do PNLD 2016 (que atendeu integralmente os anos iniciais do ensino fundamental)⁵⁹, explicitado no Relatório de Gestão do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE – BRASIL, 2016).

⁵⁹ Como o programa funciona em ciclos trienais, a cada ano é realizada a escolha e distribuição integral de livros a um dos níveis de ensino e para os demais é feita apenas a reposição anual parcial das obras reutilizáveis que podem ter sido danificadas ou não devolvidas e ainda, quando há necessidade, é realizada complementação anual parcial, para cobrir eventual aumento de matrícula. Os livros consumíveis são distribuídos para todos os alunos anualmente (BRASIL, 2010; 2012).

Quadro 4 - Demonstrativo físico-financeiro do PNLD 2016

Etapa de ensino	Ano	Componentes curriculares	Tipo dos livros	Número de exemplares adquiridos	Valor da aquisição e distribuição (R\$)
Ensino fundamental Anos iniciais	1º, 2º e 3º anos	Alfabetização Matemática, Letramento e Alfabetização e Ciências Humanas e da Natureza	Consumíveis	47.409.364	425.590.144,13
	2º ao 5º ano	Ciências, História e Geografia ou Ciências Humanas e da Natureza	Reutilizáveis		
	4º e 5º ano	Matemática e Língua Portuguesa	Reutilizáveis		
	4º ou 5º ano	Livro Regional	Reutilizável		
Ensino fundamental Anos finais	6º ao 9º ano	Matemática, Língua Portuguesa, Ciências, História e Geografia	Reutilizáveis	28.170.038	280.607.019,37
		Língua Estrangeira Moderna (Inglês ou Espanhol)	Consumíveis		
Ensino médio	1º ao 3º ano	Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia, Biologia, Química e Física.	Reutilizáveis	35.337.412	429.058.718,16
		Língua Estrangeira Moderna (Inglês e Espanhol), Arte, Filosofia e Sociologia.	Consumíveis		
Total				110.916.814	1.135.255.882,66

Fonte: BRASIL, 2016, p. 113

De acordo com o Relatório de Gestão do FNDE (BRASIL, 2016) referente ao exercício de 2015, os gastos do governo federal com o PNLD 2016 totalizaram mais de um bilhão de reais. Só para os anos iniciais do ensino fundamental foram investidos mais de R\$ 400 milhões na aquisição e distribuição de obras didáticas. Ainda segundo o Relatório, no período compreendido entre 2012 a 2015, foram adquiridos e distribuídos no âmbito do PNLD, mais de 600 milhões de livros.

Além de promover recursos para o trabalho docente, de acordo com Di Giorgi *et al.* (2014, p. 136), o PNLD pode “contribuir para aumentar o *capital cultural* dos alunos e, conseqüentemente, de suas famílias”, sobretudo, considerando que os alunos das classes menos favorecidas não possuem recursos financeiros para investir na compra de livros.

Como se pode verificar, é uma política pública importante para a educação. Envolve um longo processo⁶⁰ com altos custos para os cofres públicos. Precisa, portanto, efetivamente contribuir para a produção e disponibilização de livros e materiais didáticos de qualidade para as escolas. Em termos práticos, pode-se dizer que isso tem acontecido? No que se refere especificamente aos livros didáticos da área de ciências, esse Programa tem contribuído para a formação para a cidadania?

Sobre essa questão, vale ressaltar que essa política pública possui as condições para exigir coleções que se constituam em instrumento para a ação docente, de maneira a colaborar (com outras medidas), para a construção de concepções críticas e contextualizadas sobre a atividade científico-tecnológica e para a divulgação de propostas de ensino em consonância com os pressupostos CTS, visando à alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. Essa afirmação se sustenta ao observar que, enquanto política pública, o Ministério da Educação (contando com comissão técnica, composta por especialistas de diferentes áreas do conhecimento)⁶¹, tem a prerrogativa de elaborar os editais que definem, em detalhes, as regras para a inscrição das coleções didáticas, as especificações técnicas, os parâmetros e as especificações da avaliação, bem como, os critérios avaliativos e de realizar o processo de avaliação pedagógica das obras didáticas, no âmbito do Programa.

Em outras palavras, o PNLD estabelece as regras, os critérios do processo avaliativo e realiza a avaliação oficial dos livros didáticos, influenciando, dessa maneira, na produção e na qualidade desses materiais.

Com o intuito de melhor conhecer o processo de avaliação oficial ao qual são submetidas as coleções didáticas de ciências no âmbito do PNLD e de avaliar as contribuições dessa política pública para o ensino de ciências sob o enfoque CTS, foi realizada uma análise dos critérios avaliativos oficiais para a área de ciências, no que diz respeito à presença da perspectiva CTS, cujos resultados são apresentados no item 5.

⁶⁰ As etapas e os procedimentos adotados no âmbito do PNLD podem ser consultados no site do FNDE (<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/funcionamento>) e no Decreto nº 9.099, publicado em 18 de julho de 2017, que dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático.

⁶¹ O Decreto nº 7.084 de 2010 (BRASIL, 2010) já previa em seu Art. 11 que o Ministério da Educação deveria constituir “comissão técnica integrada por especialistas das diferentes áreas do conhecimento”. O Decreto nº 9.099 de 2017 (BRASIL, 2017), manteve essa determinação.

4 CAMINHO METODOLÓGICO

Este capítulo explicita o caminho metodológico percorrido neste estudo, que teve como norteadora a seguinte indagação: Quais abordagens os livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do PNLD 2016, destinados ao 4º ano do Ensino Fundamental, apresentam no que refere às inter-relações CTS?

As opções metodológicas e as etapas da pesquisa, com a descrição das razões que motivaram a escolha da amostra do estudo, os procedimentos para coleta dos dados e os parâmetros que guiaram a análise e a interpretação dos dados são apresentadas a seguir.

4.1 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Este estudo centrou-se na análise de livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do PNLD 2016, quanto às abordagens relativas às dimensões sociais da ciência e da tecnologia.

Buscou-se uma compreensão mais aprofundada desses materiais, no sentido de compartilhar seus significados e avançar na compreensão e na construção de propostas educativas de orientação CTS. Nesse contexto, a investigação resultou em um produto educacional que traz contribuições para os professores, no que diz respeito à avaliação de livros didáticos de ciências e suporte à criação de propostas voltadas a um ensino de ciências de orientação CTS. Portanto, do ponto de vista de sua natureza, esta pesquisa caracteriza-se como aplicada.

Quanto à abordagem do problema, optou-se por uma perspectiva qualitativa. A abordagem qualitativa considera o próprio pesquisador como instrumento de pesquisa, que pode fazer uso de seu conhecimento e experiência para coletar dados e interpretá-los (LÜDKE; ANDRÉ; 1986; MOREIRA; CALEFFE, 2008).

Na visão de Chizzotti (1991, p. 79) a abordagem qualitativa

parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência viva entre o sujeito e o objeto, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. O conhecimento não se reduz a um rol de dados isolados, conectados por uma teoria explicativa; o sujeito observador é parte integrante do processo de conhecimento e interpreta os fenômenos, atribuindo-lhes um significado.

O objeto não é um dado inerte e neutro; está possuído de significados e relações que sujeitos concretos criam em suas ações.

Neste trabalho, a pesquisadora colocou-se como sujeito que estabelece interações com o objeto de estudo, vivenciando um movimento contínuo de descrição e interpretação na busca da construção de significados e de conhecimentos, sem perder de vista a necessária reflexão.

Ao entender que alguns dados quantitativos são importantes no âmbito desta pesquisa, o fato de optar por uma abordagem qualitativa, não significa que os dados quantitativos foram desconsiderados. Ou seja, nesta investigação, os dados quantitativos que se mostraram relevantes para o estudo, foram considerados de modo complementar aos dados e análise qualitativa. Por exemplo, a frequência com que apareceram aspectos CTS nos livros didáticos foi considerada relevante, pois indica a importância atribuída a eles nos manuais e mostra as lacunas existentes. Todavia foi a presença ou a ausência desses aspectos e, sobretudo, a maneira como os livros didáticos trataram as relações CTS é que constituíram o foco principal deste trabalho. Assim, os dados quantitativos foram complementares, auxiliando na compreensão do objeto de estudo.

Nessa perspectiva, buscaram-se técnicas que contribuíssem para uma análise sistemática e qualitativa de textos escritos e, também, técnicas que auxiliassem na organização, sistematização e análise de dados quantitativos relevantes para o estudo, em complementaridade à análise qualitativa. Daí a escolha pela análise de conteúdo, proposta por Bardin (2011).

Em relação aos procedimentos técnicos, o estudo se caracteriza como pesquisa documental, pois está centrado em fontes constituídas por documentos: os livros didáticos do 4º ano do ensino fundamental, de ciências humanas e da natureza, avaliados e aprovados pelo PNLD 2016 e o Edital 02/2014, que regulamentou a avaliação oficial das obras didáticas.

De acordo com Gil (2008, p. 51) “a pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A única diferença entre ambas está na natureza das fontes”. Na bibliográfica, o pesquisador faz uso das contribuições de materiais já elaborados por diversos autores, principalmente livros e artigos científicos, sobre o assunto. Na documental, a fonte de coleta de dados está circunscrita a documentos “que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa”.

O próximo item trata das técnicas de análise de conteúdo, as quais foram utilizadas no tratamento sistematizado dos documentos que constituíram o universo desta pesquisa.

4.1.1 A Análise de Conteúdo

Segundo Bardin (2011, p. 37) a “análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações”. Sendo assim, possui extenso campo de aplicação, podendo ser utilizado na investigação de diversos materiais, incluindo “a análise dos processos de difusão e de socialização”, tais como os “manuais escolares” (QUIVY; CAMPENHOUDT, 2003, p. 226).

De acordo com Bardin (2011, p. 50), diferentemente da linguística, que “estuda a língua para descrever o seu funcionamento”, a análise de conteúdo busca “conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça”. Segundo a autora, a análise de conteúdo pode ser resumida do seguinte modo:

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

Dessa maneira, as técnicas de análise envolvem procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição, em uma primeira etapa, seguida da inferência⁶², como procedimento intermediário, para se chegar à interpretação, ou seja, à significação das características do texto. As técnicas de análise de conteúdo têm como propósito produzir inferências tendo por base indicadores, quantitativos ou não. Nesse processo, o pesquisador faz uso de operações analíticas adaptadas ao material e às questões que busca resolver (BARDIN, 2011).

Conforme Bardin (2011), a análise de conteúdo envolve três momentos: I) a pré-análise; II) a exploração do material e III) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise tem como propósito a organização e “possui três missões”: a seleção dos documentos a serem analisados; a elaboração das hipóteses e dos

⁶² Inferir se refere à realização de uma “operação lógica, pela qual se admite uma proposição em virtude de sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras” (BARDIN, 2011, p. 45).

objetivos; e a formulação de indicadores que sirvam de base para a interpretação. De acordo com Bardin (2011), essas tarefas não seguem obrigatoriamente uma ordem cronológica e, nessa etapa, deve ocorrer:

- a) a leitura “flutuante”: primeira atividade a ser realizada. Consiste em entrar em contato com os documentos a serem submetidos à análise, na tentativa de conhecer o texto, “deixando-se invadir por impressões e orientações” (BARDIN, 2011, p. 126);
- b) seleção dos documentos: nessa fase é preciso demarcar o conjunto de documentos que serão submetidos aos procedimentos analíticos. A escolha dos documentos pode ser realizada *a priori*, ou, por outro lado, é determinado o objetivo e a partir desse são selecionados os documentos capazes de fornecerem informações acerca da problemática levantada;
- c) a formulação das hipóteses e dos objetivos: segundo Bardin (2011, p. 128) o “objetivo é a finalidade geral a que nos propomos (ou que é fornecida por uma instância exterior) o quadro teórico e/ou pragmático, no qual os resultados obtidos serão utilizados”. A hipótese “é uma afirmação provisória que nos propomos verificar”; nem sempre as hipóteses são formuladas na fase da pré-análise e seu estabelecimento não é obrigatório, ou seja, para Bardin (2011, p. 128): “não é obrigatório ter como guia um *corpus* de hipóteses, para se proceder à análise. Algumas análises efetuam-se ‘às cegas’ e sem ideias preconcebidas”.
- d) a referenciação dos índices e formulação de indicadores: é necessário apontar quais são os índices (ou temas, por exemplo) encontrados nos documentos e elaborar os seus indicadores. Conforme Bardin (2011, p. 130), desde a fase de pré-análise “devem ser determinadas operações de recorte do texto em unidades comparáveis de categorização para análise temática e de modalidade de codificação para o registro dos dados”. A eficácia e pertinência dos indicadores podem ser testadas em algumas passagens dos documentos, realizando-se um pré-teste de análise.
- e) a preparação do material: antes de iniciar a análise, é necessário prepará-la, o que, eventualmente, requer uma edição, ou seja, a construção de novos documentos mediante a seleção realizada.

A segunda etapa da análise de conteúdo corresponde à exploração do material ou, como destaca Bardin (2011, p. 131) se a fase de pré-análise for satisfatoriamente concluída, a etapa de análise “não é mais do que a aplicação

sistemática das decisões tomadas”. Essa fase conta com processos de codificação e enumeração, tendo em vista regras previamente elaboradas.

A codificação corresponde ao tratamento do material, isto é:

corresponde a uma transformação – efetuada segundo regras precisas – dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo ou da sua expressão; suscetível de esclarecer o analista acerca das características do texto, que podem servir de índices (BARDIN, 2011, p. 133).

Assim, a codificação é um processo no qual os dados brutos são transformados em categorias que possibilitam a discussão das características importantes do conteúdo.

Para Bardin (2011), a organização da codificação, para os casos de análise quantitativa e categorial, envolve três escolhas: o recorte do material – seleção das unidades; a formulação das regras de contagem; e a escolha de categorias.

Quanto à seleção das unidades, Bardin (2011) esclarece sobre a unidade de registro e a de contexto. A unidade de registro diz respeito ao “segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando à categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 2011, p. 134). Ela pode variar quanto a sua natureza e dimensões. Para a autora, o critério de recorte do material “é sempre de ordem semântica”, apesar de, às vezes, haver “uma correspondência com unidades formais”, como por exemplo “palavra e palavra-tema, frase e unidade significativa” (BARDIN, 2011, p. 134). Como exemplos mais utilizados Bardin (2011) cita a palavra, o tema, o objeto ou referente (temas-eixo), o personagem, o acontecimento, o documento ou unidade de gênero (filme, artigo, livro, etc).

Já a unidade de contexto se refere ao segmento de conteúdo de dimensão superior às da unidade de registro e que permite a compreensão de sua significação. Por exemplo, se a unidade de registro é a palavra, a de contexto poderá ser a frase; o parágrafo poderá ser a unidade de contexto do tema.

No que tange às regras de enumeração, Bardin (2011) esclarece que essas correspondem ao modo de contagem. Existem diferentes tipos de enumeração, tais como: a presença ou ausência, a frequência, a frequência ponderada, a intensidade, a direção e a ordem.

A categorização, por sua vez, pode ser definida como “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em

seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com critérios previamente definidos”. As categorias, portanto, são classes que reúnem elementos segundo seu nível de proximidade, de características comuns e o seu critério pode ser semântico, sintático, léxico e expressivo (BARDIN, 2011, p. 147).

A categorização pode ocorrer por meio de dois processos: a) pode ser fornecido de um sistema de categorias e distribui-se da melhor maneira os elementos ao passo que eles vão sendo encontrados; b) o sistema de categorias não é apresentado e se constitui como resultado de uma classificação dos elementos de um texto (BARDIN, 2011).

Neste estudo, as categorias utilizadas no procedimento de análise foram formuladas tendo por base o referencial teórico. O critério de categorização utilizado foi semântico, pois se optou por categorias temáticas.

A terceira etapa da análise de conteúdo se refere ao tratamento dos resultados obtidos e a sua interpretação. Nessa fase, os resultados são tratados, são realizadas inferências e interpretações, tendo em vista os objetivos do estudo.

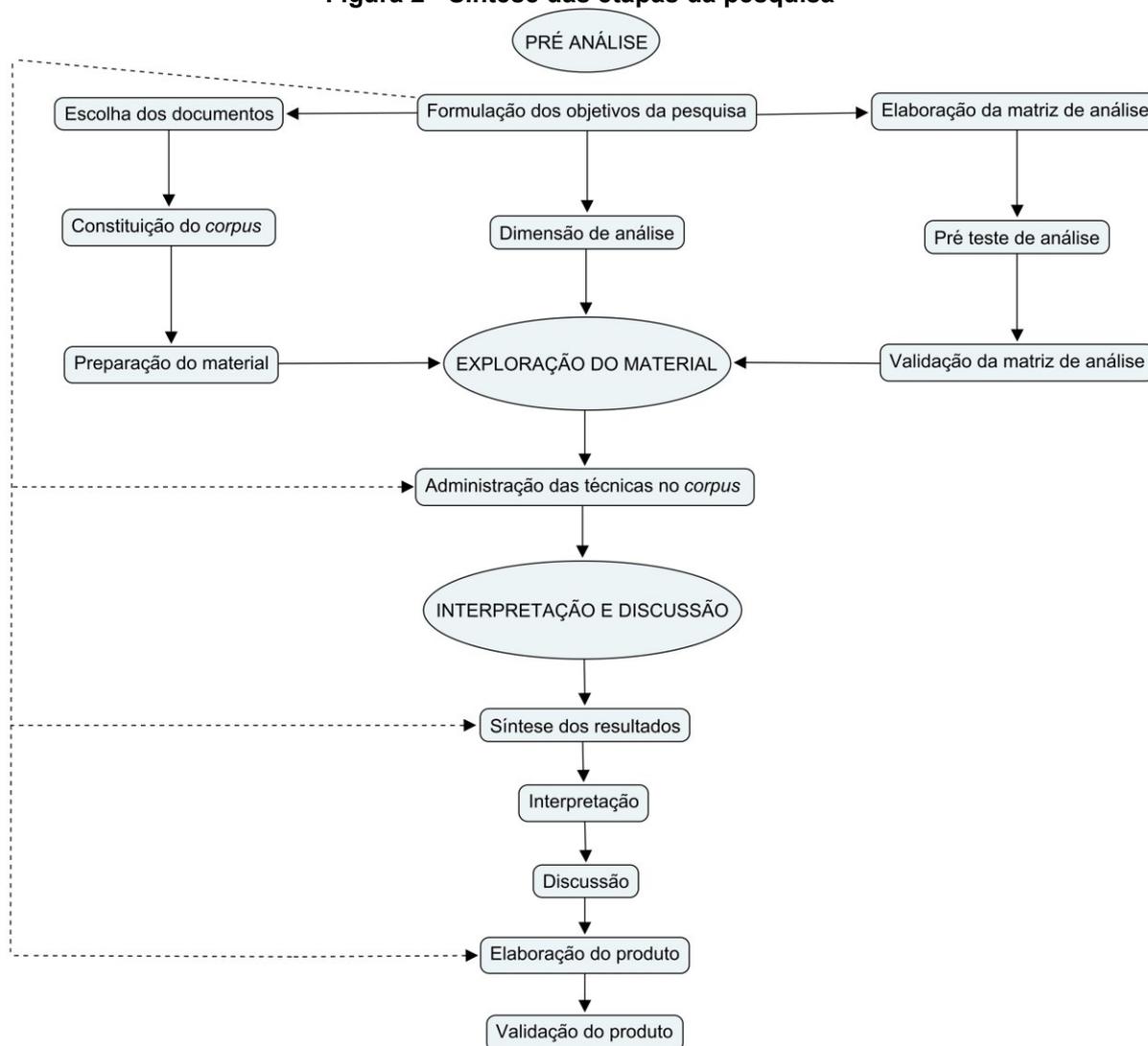
4.1.2 As etapas da Pesquisa

Com base nos princípios propostos por Bardin (2011), esta pesquisa foi desenvolvida a partir das seguintes etapas:

- I) escolha dos documentos a serem submetidos aos procedimentos analíticos;
- II) Elaboração da matriz de análise;
- III) Pré-teste de análise e validação da matriz;
- IV) Exploração do material;
- V) interpretação e discussão;
- VI) Elaboração do produto final.

A figura 2 desenhada com base no fluxograma apresentado por Bardin (2011, p. 132), traz uma síntese das etapas do trabalho, detalhadas ao longo deste capítulo:

Figura 2 - Síntese das etapas da pesquisa



Fonte: Adaptado de Bardin (2011, p. 132)⁶³

I) escolha dos documentos a serem submetidos aos procedimentos analíticos

A primeira etapa correspondeu à seleção do material que foi submetido à análise. Foram escolhidos os livros didáticos de ciências humanas e da natureza destinados aos professores – os chamados manuais dos professores. De maneira complementar, selecionou-se o Edital 02/2014, que regulamentou a avaliação das obras didáticas do PNLD 2016.

Portanto, constituiu o universo da pesquisa, os manuais dos professores do 4º ano do ensino fundamental, de ciências humanas e da natureza, avaliados e aprovados pelo PNLD 2016, a saber: o livro Ligados.com Ciências Humanas e da

⁶³ Cabe salientar que a elaboração do produto final e sua validação não se encontram presentes no fluxograma apresentado por Bardin (2011). Entretanto, como fazem parte das etapas desta pesquisa, foram acrescentadas na figura 2.

Natureza, da editora Saraiva; a obra Porta Aberta, da editora FTD e a obra Projeto Buriti Ciências Humanas e da Natureza, da editora Moderna. E o documento que regeu a inscrição e a avaliação das coleções didáticas referentes ao PNLD 2016.

É importante lembrar que o PNLD possui um ciclo de operacionalização trienal. Desse modo, levando-se em conta esse ciclo, o processo de escolha de novos livros didáticos de ciências, realizado pelos professores que atuam nos anos iniciais, ocorreu em 2015, sendo que as obras selecionadas permaneceram em uso por um período de três anos, ou seja, de 2016 até 2018.

A escolha pelos livros aprovados pelo PNLD se deu, portanto, em virtude de que esses materiais didáticos, desde 2016 estão presentes nas escolas públicas do Brasil, servindo de instrumento de trabalho para muitos professores.

A opção pelos livros destinados aos docentes justificou-se pelo fato de que, no processo de análise, foram considerados tanto os textos e propostas de atividades presentes nos livros dos alunos (e que também se encontram presentes no manual do professor), quanto às orientações didáticas para os professores. É necessário ressaltar que foram analisados apenas os textos escritos dos manuais impressos, não incorporando nesta análise fotografias e outras figuras presentes nos materiais, assim como não fez parte do universo da pesquisa o manual digital do professor.

Esse recorte ocorreu em função da metodologia adotada, entendendo que a análise de imagens, assim como de jogos e de outros conteúdos multimídia, que podem ser encontrados nos manuais digitais, demandaria outro tipo de análise. Além disso, a opção por excluir da análise o manual digital se deu em virtude de que entre os livros de ciências humanas e da natureza aprovados pelo PNLD 2016 para os 4º anos do ensino fundamental, apenas um possui manual digital. Desse modo, optou-se pelo princípio de igualdade na seleção do material, ou seja, escolheu-se analisar o mesmo tipo de material de todas as editoras que tiveram seus materiais aprovados pelo PNLD 2016.

Como critério para a escolha dos livros didáticos destinados ao 4º ano do ensino fundamental, considerou-se: i) obras correspondentes ao 2º ciclo do ensino fundamental I, entendendo que a abordagem de temas nesse ciclo são ampliadas e aprofundadas em relação à sua abordagem no 1º ciclo; e ii) o primeiro volume de cada coleção didática direcionada ao 2º ciclo do ensino fundamental I.

Foram selecionadas as obras integradas de ciências humanas e da natureza e não os livros individuais de ciências, pelos seguintes motivos:

- a) primeiro porque a inauguração, pelo Edital 02/2014 (BRASIL, 2014), da abordagem integrada de coleções didáticas de ciências humanas e da natureza para os anos iniciais, corresponde a uma demanda que surgiu em meio aos debates, reflexões e ações realizadas a partir do Ensino Fundamental de nove anos e da definição de direitos de aprendizagem, emergidas no âmbito do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa, que defendem a apropriação pelos alunos dos conhecimentos das diversas áreas, em uma perspectiva interdisciplinar, buscando a superação da abordagem fragmentada dos conhecimentos e tal perspectiva vai ao encontro dos pressupostos CTS.
- b) Segundo, porque, de acordo com o Edital 02/2014 (BRASIL, 2014), as coleções individualizadas de ciências seriam aceitas excepcionalmente, indicando que os próximos editais também apresentariam orientações para a produção de coleções didáticas integradas.
- c) E em terceiro lugar, porque se trata da 1ª edição de uma nova modalidade de coleções didáticas, de modo que análises como a que se propôs neste estudo, ainda não foram realizadas e trazem contribuições, não somente aos professores, mas aos autores, editores e ao próprio MEC, no que tange à avaliação das coleções didáticas quanto às relações CTS.

II) Elaboração da matriz de análise

Após a escolha do material, foi elaborada a matriz de análise. Para tanto, em função dos objetivos do estudo, e a partir do aporte teórico apresentado neste trabalho acerca dos estudos CTS no âmbito da educação científica, assim como, conhecimentos sistematizados na literatura educacional, provenientes de pesquisas que analisaram livros didáticos, várias decisões foram tomadas e são apresentadas a seguir.

Para verificar a abordagem CTS nos manuais didáticos dos professores optou-se em proceder à análise verificando-se tanto os textos de conteúdos para os estudantes, quanto os de orientações didático-metodológicas para os professores, os textos de apoio e as atividades propostas. Sendo assim, o estudo possui duas dimensões de análise, denominadas: dimensão A - referente aos textos de

apresentação de conteúdo; e dimensão B - relativa aos encaminhamentos metodológicos e atividades propostas nos livros.

Quanto às categorias de análise, considerando-se as discussões CTS, foram definidas as seguintes: I) natureza da prática científico-tecnológica; II) natureza da sociedade; III) influências CTS e IV) propostas para a compreensão das inter-relações CTS. A partir dessas categorias, foram delimitados os indicadores, entendidos como um conjunto de características que constituem as categorias.

Na construção da matriz utilizou-se como base: o instrumento criado por Fernandes (2011), para uma investigação quanto à perspectiva CTSA em manuais escolares de ciências da natureza, do 5º ano do Ensino Básico de Portugal; os descritores para análise de livros didáticos de ciências construídos por Amaral *et al.* (2006) e os nove aspectos que caracterizam o enfoque CTS, extraídos de Mackavanagh e Maher (1982), traduzidos por Santos e Schnetzler (2010). Além disso, foram utilizados como referência os parâmetros de racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social, elaborados por Strieder (2012), especialmente os níveis de compreensão de participação social no contexto da educação científica, sistematizados pela autora. O quadro 5 apresenta a matriz de análise elaborada.

Quadro 5 - Matriz de Análise

Matriz de Análise		
Dimensões	Categorias	Indicadores
A - Apresentação do conteúdo	Natureza da prática científico-tecnológica	A1 -Contextualiza historicamente o processo de produção do conhecimento científico (explicita sua evolução, êxitos e fracassos e indica o seu contexto sociocultural, político e econômico).
		A2 -Apresenta a produção do conhecimento científico-tecnológico como atividade social que envolve muitos sujeitos e instituições.
		A3 -Relata pesquisas já concluídas explicitando os métodos científicos utilizados, esclarecendo as etapas e o porquê das decisões tomadas, apresentando os resultados e os usos pela sociedade.
		A4 -Relata pesquisas em andamento explicitando as razões que motivaram a investigação do problema, as incertezas e as implicações sociais envolvidas.
		A5 -Apresenta o conhecimento científico como uma, entre outras formas de conhecimento, sem tratá-lo com supremacia absoluta.
		A6 -Contextualiza o processo de produção

		tecnológica destacando seu caráter social.
		A7 -Aponta que a tecnologia envolve a utilização do conhecimento científico e técnico para a resolução de problemas; a tecnologia não é vista como aplicação da ciência.
		A8 -Apresenta a tecnologia como uma atividade humana, como prática que engloba aspectos técnicos, organizacionais e culturais.
		A9 -Mostra que os conhecimentos científico-tecnológicos se inter-relacionam, sendo que o conhecimento científico pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico.
		A10 -Aponta que os conhecimentos científico-tecnológicos se inter-relacionam, sendo que os conhecimentos e recursos tecnológicos podem contribuir para a produção e avanço do conhecimento científico.
		A11 -Apresenta diversos argumentos e pontos de vista sobre questões relativas à ciência e à tecnologia.
		A12 -Aponta relações de poder, interesses e contradições que se fazem presentes no processo de produção da ciência e da tecnologia.
	Natureza da Sociedade	A13 -Mostra a sociedade como uma instituição humana, com diferentes culturas e valores.
		A14 -Expressa que a sociedade é constituída por diversas organizações, associações, instituições públicas e privadas, empresas, grupos organizados, cidadãos comuns.
		A15 -Aponta que na sociedade ocorrem mudanças científico-tecnológicas.
	Influências CTS	A16 -Mostra que o desenvolvimento científico-tecnológico pode influenciar o pensamento, as resoluções dos problemas e o estilo de vida das pessoas.
		A17 -Aborda a ciência e a tecnologia não como propulsoras absolutas do progresso social e nem como as únicas responsáveis pelos problemas que a humanidade enfrenta.
		A18 -Fornece exemplos de tecnologias presentes no cotidiano e/ou evidencia a utilidade social da ciência.
		A19 -Explora tópicos de temas/problemas científico-tecnológicos de modo a informar/aproximar a sociedade da ciência e da tecnologia.
		A20 -Aborda aspectos positivos e negativos relativos ao uso de um determinado resultado/produto científico-tecnológico, em contexto individual/local.
A21 -Discute as implicações sociais (ambientais, políticas, econômicas, históricas, éticas, psicológicas, culturais) mais amplas da ciência e da tecnologia, em diferentes contextos.		
A22 -Aponta relações de poder, valores e interesses de certos grupos sociais e contradições no processo de produção da		

		<p>ciência e da tecnologia, evidenciando a necessidade/possibilidade de mecanismos de controle social.</p> <p>A23-Aborda acerca da participação da sociedade no contexto das esferas políticas; enfatiza interesses coletivos e desenvolvimento científico-tecnológico em conformidade com as necessidades do contexto social.</p>
<p>B - Encaminhamentos Metodológicos e Atividades Propostas</p>	<p>Propostas para a compreensão das inter-relações CTS</p>	<p>B1-Propõe atividades diversificadas que estimulem o estudante a expressar ideias e opiniões, pesquisar, conhecer outras opiniões e argumentos, discutir e compartilhar pontos de vista, refletir, observar, argumentar, dar explicações, analisar e confrontar diferentes visões e argumentos, sobre aspectos sociais (ambientais, políticos, econômicos, éticos, psicológicos, culturais) relativos à ciência e à tecnologia, favorecendo o desenvolvimento de atitudes, valores e pensamento crítico.</p>
		<p>B2-Propõe a realização de atividades investigativas⁶⁴ para explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTS.</p>
		<p>B3-Apresenta propostas que envolvam o estudante em projetos que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico sobre questões sociais relativas à ciência e à tecnologia.</p>
		<p>B4-Propõe o envolvimento em assuntos comunitários, de modo a desenvolver no estudante o interesse e a postura de comprometimento com a busca e a construção coletiva de possíveis alternativas para os problemas reais do seu contexto.</p>
		<p>B5-Apresenta propostas que estimulem o estudante a aplicar os conhecimentos adquiridos, envolvendo-se em ações individuais ou coletivas, assumindo compromissos enquanto sujeitos corresponsáveis pelo próprio meio em que vivem.</p>

Fonte: Autoria própria.

Pode-se observar, na matriz, duas dimensões de análise (dimensão A – apresentação de conteúdo e dimensão B - encaminhamentos metodológicos e atividades propostas nos livros), quatro grandes categorias e vinte e oito

⁶⁴ Neste trabalho, atividade investigativa é entendida a partir da abordagem de Azevedo (2004), que a concebe como uma importante estratégia no ensino de ciências, vinculada a questões desafiantes capazes de mobilizar os estudantes na participação ativa das diversas etapas do processo de resolução de problemas, propiciando aprendizagens tanto de conteúdos conceituais, quanto procedimentais. De acordo com Azevedo (2004, p. 21): “para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica”.

indicadores, sendo vinte e três relativos à dimensão A e cinco referentes à dimensão B.

A dimensão de análise A foi organizada em três categorias: natureza da prática científico-tecnológica (expressa nos indicadores A1 a A12); natureza da sociedade (indicadores A13 a A15); e influências CTS (indicadores A16 a A23).

A primeira categoria “natureza da prática científico-tecnológica” contemplou, em seus indicadores, tanto elementos da natureza da ciência quanto da tecnologia. Tais elementos foram expressos na mesma categoria pelo entendimento de que ciência e tecnologia são atividades inter-relacionadas. Assim, essa categoria elencou indicadores que expressam as interfaces ciência e tecnologia articuladas entre si e com a sociedade, de modo a enfatizar uma visão humana, histórica, provisória e não neutra da atividade científico-tecnológica.

A segunda categoria “natureza da sociedade” levou em conta, em seus indicadores, uma visão de sociedade constituída pela diversidade, na qual diferentes esferas sociais atuam e cujo contexto se encontra em constante transformação.

A terceira categoria “influências CTS” contemplou, em seus indicadores, as interfaces ciência, tecnologia e sociedade em suas inter-relações. Buscou-se ressaltar entre esses indicadores a participação da sociedade no âmbito da ciência e da tecnologia, tanto no que se refere aos seus antecedentes quanto às implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico.

Considerando que existem diferentes possibilidades de participação social, os indicadores A18 a A23 dessa categoria foram elencados tendo como referência a sistematização da participação social em cinco níveis de crítica, desenvolvidas por Strieder (2012) e abordadas neste trabalho.

Esses níveis de participação social encontram-se presentes na matriz de análise da seguinte maneira: os indicadores A18 e A19 fazem referência ao primeiro nível de participação sistematizado por Strieder (2012), que se refere ao reconhecimento da ciência e da tecnologia no meio social. O indicador A18 expressa a abordagem de exemplos da presença da ciência e da tecnologia no cotidiano. Por sua vez, o indicador A19, além de fornecer exemplos, traz informações de cunho científico sobre temas/problemas contemporâneos vinculados à ciência e à tecnologia, porém, sem questioná-las, nem avaliar seus riscos e implicações.

O indicador A20 corresponde ao segundo nível de participação, incluindo a avaliação de aspectos positivos e negativos relativos ao uso de um determinado

resultado/produto científico-tecnológico, em um contexto de dimensão individual ou local. O indicador A21, tal como o anterior, expressa um nível de participação centrado na avaliação dos impactos pós-produção, mas com abordagem de implicações/transformações sociais mais amplas da ciência e da tecnologia. O quarto nível de participação é expresso no indicador A22, referente a uma participação social mais crítica em relação às anteriores, cujo olhar se volta para o processo de produção da ciência e tecnologia, reconhecendo interesses e propósitos que direcionam o desenvolvimento científico-tecnológico e a possibilidade de intervenção nesse processo, mediante mecanismos de pressão social. O indicador A23 faz referência ao último e mais crítico nível de participação social, referente à participação da sociedade no contexto das esferas políticas. Esse indicador expressa o reconhecimento de que apenas o conhecimento técnico-científico não garante decisões sociais adequadas, pois requer a consideração de outras dimensões. Além disso, destaca-se, nesse indicador, a defesa de um desenvolvimento científico-tecnológico voltado aos interesses coletivos e ao atendimento das necessidades do contexto social.

Os diversos níveis de participação social, sistematizados por Strieder (2012), são entendidos como complementares. Daí a decisão de elencar indicadores correspondentes a esses níveis de participação na matriz de análise aqui proposta, entendendo, assim como Strieder (2012), que cada um desses níveis traz contribuições para a formação dos cidadãos.

Embora o primeiro, o segundo e o terceiro níveis de participação recebam críticas (o primeiro por considerar apenas os aspectos técnico-científicos no processo de tomada de decisão, inserindo-se em um modelo de tomada de decisão tecnocrática; o segundo e o terceiro por corresponder a uma participação limitada ao contexto da pós-produção científico-tecnológica), também são importantes para a formação dos cidadãos. O primeiro, porque o reconhecimento da presença da ciência e da tecnologia pode auxiliar na “construção de uma nova imagem do conhecimento científico escolar” (STRIEDER; KAWAMURA, 2014, p. 106). O segundo e o terceiro níveis porque a participação social após a concepção/execução de um projeto ou produto tecnocientífico é relevante pelos questionamentos que gera e pela visualização de possibilidades de participação, ainda que não nos aspectos centrais da questão. Além disso, Strieder e Kawamura (2012) lembram que

muitas vezes, essas perspectivas de participação representam as práticas que são possíveis de serem realizadas em determinadas situações educativas.

Desse modo, os cinco níveis de participação têm sua relevância no âmbito educativo, complementam-se e “não representam, portanto, uma progressão no sentido do que deve ser abordado no contexto educacional, mas ciclos espirais de aprofundamento da temática em questão” (STRIEDER; KAWAMURA, 2014, p. 108). Ou seja, eles correspondem a possibilidades de atuação no cenário escolar, que se diferenciam dependendo do contexto de ensino, momento de aprendizagem ou propósito educativo (STRIEDER; KAWAMURA, 2014).

Por outro lado, há o reconhecimento de que os primeiros três níveis são limitados e deixam de abordar aspectos fundamentais do processo científico-tecnológico, de maneira que precisam avançar para as compreensões mais críticas (STRIEDER, 2012; STRIEDER; KAWAMURA, 2014).

A dimensão de análise B foi estruturada em uma única categoria: “propostas para a compreensão das inter-relações CTS” (expressa nos indicadores B1 a B5). Essa categoria contemplou em seus indicadores aspectos relativos às propostas de ensino de ciências sob o enfoque CTS em uma perspectiva voltada à formação cidadã. Nesse sentido, o indicador B1 abarca propostas de ensino diversificadas, direcionadas para abordagem de aspectos sociais relativos à ciência e à tecnologia, que favoreçam o desenvolvimento de capacidades, atitudes, valores e pensamento crítico. Esse indicador inclui propostas que promovem estudos, reflexões, pesquisas, discussões, resolução de problemas simulados, sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, com a participação ativa dos estudantes nas atividades.

O indicador B2 refere-se à realização de atividades investigativas para explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTS, ou seja, diz respeito às estratégias de ensino de natureza investigativa, que confere às propostas de atividades características de uma investigação científica. O indicador B3 corresponde às propostas que buscam envolver o estudante em estudos de temáticas científico-tecnológicas contemporâneas a partir da organização de projetos de ensino. O indicador B4 refere-se às propostas de ensino que promovem o envolvimento do aluno em assuntos comunitários relacionados à ciência e à tecnologia, com a proposição de alternativas, pensadas coletivamente, para problemas reais do entorno social. Por sua vez, o indicador B5 diz respeito às propostas de intervenções concretas na realidade que instiguem o comprometimento

social e o uso dos conhecimentos apreendidos, de modo a desenvolver o senso crítico e a ação social responsável.

Observa-se que os indicadores B4 e B5 são mais propositivos, no entanto, todos os indicadores da categoria B expressam propostas importantes no desenvolvimento do ensino de ciências sob o enfoque CTS. A ideia não é hierarquizar as propostas, mas trazer à tona as diferentes possibilidades de abordagem, cada qual com sua relevância no âmbito do ensino de ciências.

Destaca-se que, embora a matriz esteja organizada em diferentes categorias, entende-se que elas estão intimamente relacionadas e se complementam mutuamente. No caso da categoria IV, por exemplo, considera-se que dentro dela, ou, dito de outro modo, dentro das propostas de atividades relacionadas às relações CTS, encontram-se presentes visões sobre a natureza da prática científico-tecnológica, sobre a sociedade e sobre as influências CTS. Essas relações entre as categorias, seus indicadores e as dimensões de análise foram descritas e discutidas no item 6.

Vale salientar que para a formulação das categorias de análise e seus respectivos indicadores, consideraram-se os seguintes princípios, apresentados por Bardin (2011) e Moraes (1999): a pertinência - a adequação do sistema de categorias ao problema, aos objetivos da pesquisa, a natureza do material analisado e ao referencial teórico definido; a exaustividade ou inclusividade, ou seja, o conjunto de categorias possibilita a inclusão de todo o conteúdo significativo do estudo, que foi determinado em função dos objetivos da análise; a homogeneidade – a organização das categorias tem como base um único princípio ou critério de classificação; a exclusividade ou exclusão mútua, que diz respeito ao fato de que cada unidade de conteúdo seja classificada em apenas uma categoria.

Cabe mencionar que as inerentes relações entre ciência, tecnologia e sociedade impuseram complexidade no atendimento desse princípio, na medida em que ao considerar suas interfaces na elaboração da matriz de análise, as categorias apresentaram-se estreitamente relacionadas, assim como os descritores de cada categoria. Contudo buscou-se atender ao critério de exclusividade a partir da consideração das seguintes regras no processo analítico: i) uma unidade de conteúdo seria interpretada e incluída em apenas uma categoria e indicador, de acordo com os indícios textuais que apresentasse, ainda que denotasse elementos associados a outra categoria e/ou indicador; ii) em situações nas quais uma unidade

de conteúdo correspondesse a um trecho com mais de um enunciado ou parágrafo, cada sentença poderia ser interpretada e incluída em uma determinada categoria/indicador; iii) embora classificada em apenas uma categoria/indicador, possíveis relações da unidade/sentença com outras categorias/indicadores não seriam desconsideradas no processo de análise e sim apresentadas na discussão dos resultados.

Como critério de busca e recorte dos trechos de interesse para a análise, planejou-se, inicialmente, considerar os temas (tratados nas obras) com maior potencial de discussão CTS. Entretanto, após uma análise preliminar dos livros escolhidos, verificou-se que os seus conteúdos estavam organizados a partir de grandes temas, em unidades de ensino, com a intenção de integrar as áreas de ciências, história e geografia. Em função disso, optou-se por analisar todas as temáticas apresentadas nas obras.

As unidades de contexto foram constituídas por fragmentos como frases, parágrafos, conjunto de parágrafos, enunciados das atividades e, em alguns casos, propostas de atividades em sua totalidade que expressavam um sentido completo. Ou seja, as unidades de contexto foram os trechos que traziam elementos/indícios, explícitos ou implícitos, que apontavam e exemplificavam a abordagem do livro no que se referia às relações CTS.

III) Pré-teste de análise e validação da matriz de análise

Para que fosse possível verificar a adequação das unidades de análise, bem como verificar a pertinência dos indicadores, foi realizado um pré-teste de análise em uma temática de uma obra didática selecionada para o estudo. Com isso, alterações foram feitas, antes de enviar a matriz para validação (Apêndice A – Matriz de análise – Primeira versão).

Para sua validação, a matriz de análise foi submetida à avaliação de três especialistas com conhecimentos na área específica e titulação de doutorado, que analisaram o instrumento quanto a sua adequação, considerando o referencial teórico CTS e os propósitos deste estudo.

Para essa análise, os especialistas (denominados neste trabalho como Avaliador 1, Avaliador 2 e Avaliador 3) receberam uma sinopse da pesquisa e a matriz de análise em sua primeira versão (Apêndice A). Cada avaliador emitiu um parecer sobre o instrumento, a partir de questionamentos sobre o seu conteúdo

(Apêndice B). Várias modificações foram realizadas na matriz de análise a partir das sugestões dos pareceres, de modo que novos indicadores foram incorporados no instrumento, alguns indicadores foram excluídos e outros reformulados e/ou complementados (Apêndice C – Matriz de análise – Versão final).

IV) Exploração do material

Conforme propõe Bardin (2011, p. 131), a exploração do material é a etapa de “aplicação sistemática das decisões tomadas”. Desse modo, considerando as escolhas realizadas na etapa anterior, em um primeiro momento, explorou-se o Edital 02/2014 referente ao PNLD 2016.

Nessa etapa, foram realizadas sucessivas e minuciosas leituras do edital, buscando-se investigar indicativos da presença do enfoque CTS nos requisitos estabelecidos para a avaliação das obras didáticas na área de ciências para os anos iniciais do ensino fundamental. Para a realização dessa análise utilizou-se o referencial teórico apresentado neste trabalho.

Em um momento posterior, deu-se início à exploração dos livros didáticos, com o mapeamento dos temas (e seus respectivos subtemas) tratados nos livros. Para tanto, foram realizadas leituras do material, cujos textos seriam examinados. A relação dos temas mapeados foi apresentada no quadro 9, compondo as unidades de análise de cada obra didática.

As obras analisadas foram previamente identificadas com o uso da sigla LD (Livro didático) seguido de numeração (LD1, LD2 e LD3).

Na sequência, leituras minuciosas foram feitas para a seleção de trechos de interesse que passaram pelo procedimento de recorte de unidade de contexto e passaram a compor o material de análise.

As unidades de contexto selecionadas foram transcritas no quadro 6, organizado em cinco colunas. A primeira foi destinada à unidade temática, identificando-se a unidade do livro e a página em que se encontrou o texto extraído para análise. A segunda coluna contemplou a unidade de contexto, ou seja, foi utilizada para transcrever o trecho selecionado para análise. A terceira, denominada observações, serviu para o registro da análise inicial, contendo as anotações relevantes acerca da abordagem dos aspectos da ciência, tecnologia e sociedade identificadas na unidade em questão. A quarta, intitulada indicadores, foi utilizada para o registro, durante o procedimento analítico, da presença dos indicadores no

trecho analisado. E a quinta coluna serviu para registrar o total de indicadores CTS explícitos e o total de indicadores implícitos no trecho analisado. Segue abaixo exemplo do quadro:

Quadro 6 - Codificação do material

Livro:	LD 1				
Unidade temática	Unidade de contexto	Observações	Indicadores	Total	
Tema: X Unidade 1; p. 8	Transcrição do texto analisado	Anotações relevantes acerca da abordagem dos aspectos da ciência, tecnologia e sociedade identificados no texto.		E=	
				I=	

Fonte: Autoria própria

A análise categorial foi realizada a partir de sucessivas e minuciosas leituras do material selecionado, buscando-se nos textos marcas ou indícios explícitos das interações CTS, bem como, indicativos implícitos quanto à sua abordagem no que se refere às relações CTS, tendo como referência os indicadores da matriz de análise.

A partir dessa análise, foi possível verificar as contribuições e as limitações dos livros didáticos para a compreensão crítica das inter-relações CTS, considerando-se o referencial teórico apresentado neste trabalho.

Para complementar esse processo, foi realizada uma análise quantitativa, pautada na frequência com que os indicadores da matriz apareceram nos manuais analisados. Assim, os dados obtidos e sistematizados no quadro 6 passaram por novas sistematizações e processo analítico, por meio dos quais foi possível verificar quais indicadores apareceram com maior frequência nos manuais didáticos, quais se mantiveram ausentes, qual foi o grau de explicitação das inter-relações CTS nos manuais analisados e se houve ênfase em atividades que contribuem para a compreensão da ciência e da tecnologia em suas inter-relações com a sociedade.

Desse modo, quadros sínteses foram elaborados: o quadro 10 apresentou o total de indicadores das dimensões A e B, explícitos (representados no quadro pela letra E) e implícitos (representados pela letra I) contemplados nos três livros analisados; o quadro 11 apresentou o total de frequência em que as inter-relações

CTS foram contempladas nas obras didáticas de modo explícito e implícito por categoria e por indicador.

O total da frequência de indicadores contemplados no livro didático do aluno e na versão editada para o professor também foram sistematizados e apresentados no quadro 12. Esse quadro sintetizou a diferença existente entre as obras destinadas aos estudantes e os manuais elaborados para o professor, no que tange à abordagem das inter-relações CTS nesses materiais.

No quadro 13, foram apresentados os temas mapeados nos livros didáticos e o número total de frequência de cada indicador encontrado por tema em cada livro analisado. Com essa sistematização foi possível observar quais indicadores estiveram mais presentes em cada tema, quais estiveram ausentes e se houve presença de propostas de atividades com viés CTS nas temáticas abordadas nos livros.

Sínteses dos indicadores expressos de maneira explícita (E) e implícita (I) por categoria também foram organizados em quadros (quadros 14, 15, 16 e 17), os quais favoreceram a identificação daqueles que se encontraram presentes nas obras didáticas e daqueles que foram negligenciados.

V) Interpretação e discussão

Nessa etapa, os resultados foram tratados, realizadas inferências e interpretações, tendo por base o referencial teórico adotado. Ou seja, os dados foram discutidos, analisados e contextualizados a partir da literatura apresentada neste trabalho. Sendo assim, a partir das categorias de análise foram discutidas e apresentadas quais abordagens os livros didáticos analisados apresentam quanto às relações CTS. Quadros sínteses dos resultados foram apresentados e debatidos, identificando-se os desafios e implicações dos aspectos epistemológicos e metodológicos presentes nos LD, acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

VI) Elaboração do produto

Após a análise dos dados deu-se início à elaboração do produto final deste trabalho – um caderno pedagógico destinado aos professores dos anos iniciais, com o propósito de servir de subsídio para reflexões, para avaliação crítica dos livros

didáticos e como suporte para a criação de novas propostas pedagógicas na direção de um ensino de ciências sob o enfoque CTS.

Esse caderno foi organizado da seguinte maneira:

1) Apresentação do material e seus objetivos;

2) Orientações teórico-metodológicas alternativas aos livros didáticos, para o desenvolvimento de um trabalho pedagógico sob o enfoque CTS em uma perspectiva crítica;

3) Roteiro para análise do livro didático de ciências, com questionamentos que contribuem para a problematização e leitura crítica do material didático no que se refere aos aspectos da ciência, da tecnologia e suas inter-relações com a sociedade;

4) Proposições de atividades pedagógicas para o ensino de ciências nos anos iniciais, sob o enfoque CTS, a partir de tema contemporâneo sugerido nos livros didáticos analisados;

5) Considerações finais;

6) Referências e

7) Anexos.

O Roteiro CTS apresentado nesse caderno foi elaborado a partir da matriz de análise utilizada nesta pesquisa. Nesse roteiro, diferentemente do que se propôs neste estudo, em termos de sistematização quantitativa a respeito da incorporação de cada indicador, foi sugerido que os professores observem em suas análises dos livros didáticos se os indicadores encontram-se “muito presentes”, “medianamente presentes”, “pouco presentes” ou “ausentes” nas obras didáticas. A opção pela sugestão desse tipo de avaliação levou em conta o fato de que os Guias de Livros Didáticos indicam fichas de avaliação dos livros centradas na presença ou ausência de certos aspectos. Dessa maneira, optou-se por indicar aos docentes uma orientação semelhante.

Para a validação, o produto educacional foi submetido à avaliação de três especialistas com conhecimentos na área específica e titulação pertinente – doutorado – que analisaram o material e emitiram um parecer quanto a sua qualidade, contribuições e adequação aos objetivos propostos.

Para tanto, foi enviada a versão integral (primeira versão) do caderno pedagógico, assim como, alguns questionamentos para nortear a análise dos especialistas (nomeados neste trabalho como Avaliador 1, Avaliador 2 e Avaliador

3). O apêndice D apresenta as questões norteadoras, as considerações e as sugestões dos avaliadores. A partir delas o produto educacional foi aprimorado, mediante alterações em seu conteúdo.

Os próximos capítulos apresentam a análise dos dados e discutem os resultados da pesquisa.

5 A AVALIAÇÃO OFICIAL DOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS PARA OS ANOS INICIAIS

Este capítulo apresenta uma discussão sobre a prática de avaliação oficial em que as coleções didáticas de ciências para os anos iniciais foram submetidas, no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático. Desse modo, apresenta-se a análise acerca dos critérios estabelecidos para a área de ciências quanto à presença do enfoque CTS, no edital que regeu a inscrição e avaliação dos livros didáticos no PNLD 2016 e, ainda, a análise das resenhas das coleções didáticas integradas de Ciências Humanas e da Natureza, aprovadas pelo PNLD 2016, divulgadas no Guia de Livros Didáticos.

5.1 OS CRITÉRIOS AVALIATIVOS PARA A ÁREA DE CIÊNCIAS NO PNLD 2016

Considerando-se que os livros didáticos passam por um processo de avaliação no âmbito do PNLD, e a importância da produção e disponibilização de materiais didáticos com enfoque CTS, coube questionar: quais critérios são levados em conta na avaliação das obras didáticas de ciências para os anos iniciais? Os pressupostos CTS são considerados, de modo que autores e editoras se preocupem em contemplá-los em suas coleções?

Inicialmente, é importante destacar que pesquisas que já tiveram como foco principal as avaliações oficiais a que são submetidas os livros didáticos de ciências, mostram que os fundamentos essenciais da área não são considerados entre os critérios de seleção (LEÃO; MEGID NETO, 2006; AMARAL, 2006).

Nesse sentido, o trabalho de Leão e Megid Neto (2006) aponta que enquanto a avaliação realizada em 1994, que gerou o documento “Definição de Critérios para Avaliação dos Livros Didáticos - 1ª a 4ª séries⁶⁵”, destacou aspectos específicos da área de ciências naturais, como: “concepção de natureza, de material/espaco/tempo/processos de transformação, de seres vivos, de saúde, de corpo humano e de ciência e tecnologia como atividade humana” (LEÃO; MEGID NETO, 2006, p. 42), as avaliações oficiais posteriores, realizadas em 1996, 1998 e 2001, em contraposição, “enfaticaram as questões mais gerais, como, dentre outros

⁶⁵ BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Definição de critérios para avaliação dos livros didáticos: 1ª a 4ª séries**. Brasília: FAE, 1994.

aspectos: erros conceituais, tipos de atividades, preocupação com a isenção de preconceitos” (LEÃO; MEGID NETO, 2006, p. 46), de maneira que os autores perceberam um “esvaziamento de critérios”, pois o foco do processo avaliativo voltou-se para questões “periféricas”, de maior facilidade de correção, deixando de lado os elementos mais fundamentais e de difícil e complexa reformulação como as concepções de ciência e de ambiente (LEÃO; MEGID NETO, 2006).

Na mesma perspectiva, Basso (2013) analisou os editais do PNLD relativos à área de ciências para os anos iniciais, no período compreendido entre 1996 e 2013. A autora observou que o processo de avaliação das obras didáticas de ciências passou por várias alterações, no entanto, quando analisados os critérios específicos, constatou que as mudanças se concentraram nos aspectos relativos à experimentação e respeito à integridade física dos estudantes, não se voltando para questões centrais do ensino de ciências como “concepção de ciência, saúde e ambiente veiculada nos LD; relação CTS; relação/articulação do conhecimento do senso comum e conhecimento científico; propostas de projetos de investigação, entre outros” (BASSO, 2013, p. 10).

Esses resultados evidenciam que as avaliações oficiais das coleções didáticas, para a área de ciências pesquisadas, ainda não incorporaram critérios avaliativos que correspondam satisfatoriamente aos apontamentos gerados pelas pesquisas em educação em ciências e que, como lembra Amaral (2006), se fossem contemplados nos editais do PNLD, poderiam impulsionar reformulações ou novas produções didáticas, considerando as questões mais particulares da área de ciências, posto que autores e editores de livros didáticos os produzem com base nos editais e critérios que subsidiam a avaliação do PNLD.

Para Amaral (2006, p. 115), este “seria o canal mais imediato e eficaz para a incorporação explícita das bases e dos fundamentos do ensino de Ciências, que refletissem melhor o que se espera hoje da educação escolar nesse campo curricular”. Enfatiza que, para atender às expectativas atuais quanto ao ensino de ciências, voltado à formação para a cidadania, “deve-se exigir” dos livros didáticos, por meio do processo avaliativo realizado no PNLD, que assumam alguns aspectos essenciais como:

- Abordagem interdisciplinar dos conteúdos, tanto no âmbito interno das Ciências da Natureza, quanto na exploração de suas relações com as Ciências Humanas e Sociais;

- Historicização da Ciência e da Tecnologia, bem como de suas relações com a sociedade;
- Evitar o cientificismo e o antropocentrismo exagerados;
- Realizar regularmente articulações entre os mundos vividos, percebidos e concebidos pelos alunos;
- Estabelecer relações sistemáticas entre o senso comum e o pensamento científico, evitando qualquer hierarquização entre ambos;
- Integrar teoria e prática, sem estabelecer hegemonia ou preponderância entre ambas;
- Explorar aspectos que esclareçam os interesses que envolvem a Ciência e o Ambiente e os principais beneficiários da exploração de ambos;
- Organizar e explorar os conteúdos programáticos e as atividades de maneira a respeitar o estágio psico-sócio-cognitivo aproximado dos alunos envolvidos;
- Focar a abordagem no estudo dos fenômenos e suas relações, tratando os conceitos como um desdobramento natural e progressivo desse estudo;
- Apresentar o mundo como algo em total e permanente transformação, interação e integração em suas várias escalas espaço-temporais, em que a transformação represente o movimento do material e/ou energia no sentido de um novo estágio de equilíbrio dinâmico;
- Não dicotomizar os mundos natural e humanizado;
- Estruturar a obra de maneira que garanta espaço e estimule uma relação autônoma e criativa do professor para com ela, além de esclarecê-lo explicitamente acerca das concepções e dos fundamentos que a norteiam (AMARAL, 2006, p. 116).

Nota-se que a maioria desses aspectos correspondem a questões específicas da área de ciências que não englobam a totalidade de características que necessitam estar presentes nos livros didáticos de ciências, mas é ilustrativa de alguns elementos importantes, conforme ressalta Amaral (2006). Pode-se afirmar que se estivessem presentes nos editais do PNL D, trariam contribuições para o ensino de ciências de modo geral e para o ensino de ciências com enfoque CTS, particularmente, pois apresenta alguns aspectos que vão ao encontro dos seus pressupostos.

Remetendo-se ao livro didático como um importante instrumento, tanto para o professor, quanto para o aluno, Freitas (2008) elenca questões que precisam ser analisadas cuidadosamente pelos docentes e equipe pedagógica da escola, no ato da escolha dos livros, que também mostram consonância com o enfoque CTS. Para a autora, devem ser verificados aspectos como:

- 1) Concepção de ciência como empreendimento humano, “como cultura, cujo corpo de conhecimento tanto é influenciado como influencia outros espaços da sociedade” (FREITAS, 2008, p. 236);
- 2) Apresentação da história da ciência, para possibilitar o entendimento de que o conhecimento científico não se encontra desvinculado do seu contexto sócio-histórico;

- 3) Indicação dos “erros e equívocos” cometidos no decorrer da evolução da ciência, mostrando que o conhecimento científico é fruto de um determinado contexto e está sujeito a falhas e a alterações;
- 4) Apresentação dos conhecimentos científicos e tecnológicos de modo contextualizado;
- 5) Fornecimento de argumentos diversificados sobre as repercussões da ciência e da tecnologia na sociedade, favorecendo a formação de opiniões;
- 6) Apresentação de propostas de discussões em sala de aula, de modo que os alunos sejam instigados a expressar ideias prévias e opiniões, analisar e confrontar diferentes visões e argumentos, para tomar um posicionamento;
- 7) Promoção do “envolvimento dos/as alunos/as em estudos de caso que tratam de situações socioambientais problemáticas ou polêmicas, estimulando o pensamento reflexivo, crítico e a tomada de decisões” (FREITAS, 2008, p. 237);
- 8) Orientação quanto ao uso de metodologias diversificadas que privilegiem interações e participação democrática;
- 9) Apresentação de propostas de “estudos que incorporem representações literárias e artísticas das ciências em diferentes culturas da sociedade; e”
- 10) Apresentação de proposta de formação docente que considere “o processo de profissionalização do professor”, concebendo a prática docente como “instrumento de investigação do/a professor/a e de produção de conhecimentos escolares” (FREITAS, 2008, p. 238).

Observa-se que esses elementos também correspondem a questões essenciais da área de ciências e que deveriam estar presentes entre os requisitos de avaliação das coleções didáticas, uma vez que poderiam contribuir para uma produção didática de melhor qualidade nessa área.

Segundo o Edital 02/2014 do PNLD 2016 (BRASIL, 2014), o processo avaliativo dos livros didáticos ocorre mediante a observação de um conjunto de princípios e critérios avaliativos eliminatórios comuns a todas as áreas, “retomados e especificados nos termos das áreas de conhecimento envolvidas em cada componente curricular” (BRASIL, 2014, p. 48).

Esse Edital (BRASIL, 2014) propôs uma nova organização das coleções didáticas, que em vez de apresentarem obras individualizadas para as áreas de História, Geografia e Ciências, deveriam inscrever coleções integradas de Ciências Humanas e da Natureza, nas quais as três áreas fossem contempladas de modo integrado, em três volumes para o 1º ciclo e em dois volumes para 2º ciclo do ensino fundamental. Conforme o Edital, as coleções individualizadas remanescentes da edição anterior, seriam aceitas excepcionalmente.

O Edital do PNLD 2016 (BRASIL, 2014), também enfatizou a necessidade de considerar a perspectiva do ensino fundamental de nove anos e as características próprias dos anos iniciais, atribuindo aos livros didáticos a tarefa de contribuir para os processos de alfabetização, letramento e alfabetização matemática das crianças da primeira etapa do ensino fundamental (os três primeiros anos) e a consolidação desse processo, na segunda etapa (o 4º e o 5º anos). Além disso, destacou que as coleções didáticas devem contribuir para a abordagem dos conteúdos integrados em grandes áreas do conhecimento e articulados aos processos de letramento e alfabetização (BRASIL, 2014).

Quanto aos critérios eliminatórios comuns, o Edital (BRASIL, 2014) apresentou detalhadamente oito itens cuja não observação resulta na exclusão da coleção didática do processo avaliativo. O quadro 7 expõe esses critérios.

Quadro 7 - Critérios eliminatórios comuns a todas as áreas

PNLD 2016	
Critérios eliminatórios comuns a todas as áreas	1. respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino fundamental;
	2. observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;
	3. coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra, no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
	4. correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
	5. observância das características e finalidades específicas do Manual do Professor e adequação do livro do aluno à proposta pedagógica nele apresentada;
	6. adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra;
	7. respeito à perspectiva interdisciplinar, na apresentação e abordagem dos conteúdos;
	8. pertinência e adequação dos Objetos Educacionais Digitais do Manual do Professor digital ao projeto pedagógico e ao texto impresso.

Fonte: PNLD 2016 (BRASIL, 2014, p. 48)

No detalhamento do primeiro critério, foram elencadas a Constituição Federal, a LDB, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e o Estatuto do

Idoso, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de nove anos, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, Resoluções e Pareceres do Conselho Nacional de Educação, como normas oficiais que obrigatoriamente precisam ser consideradas na produção das obras didáticas.

Observou-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais, que correspondem aos documentos oficiais que mais se aproximam e apresentam consonância com o enfoque CTS, não foram considerados entre as normas que deveriam ser atendidas pelas coleções didáticas. Vale ressaltar que Leão e Megid Neto (2006), analisando os Guias Didáticos de 96, 98 e 2001, já tinham observado que o Documento de 94, anterior à publicação dos PCN, considerava entre os seus critérios, os fundamentos teórico-metodológicos das ciências naturais defendidos pelos PCN, ao passo que, curiosamente, os Guias posteriores ao PCN, deixaram de considerá-los como requisitos de avaliação. Atualmente, vários documentos oficiais foram elencados no Edital PNLD 2016, com a obrigatoriedade de serem obedecidos, sob a pena de as coleções didáticas que não os cumprirem, serem excluídas do processo de avaliação, todavia, os PCN ficaram ausentes dessa listagem.

O segundo critério comum eliminatório do Edital 2016 abordou princípios éticos para a construção da cidadania e para a convivência social, sendo que na sua descrição a ênfase recaiu sobre os estereótipos e preconceitos que não devem estar presentes nos livros didáticos, respeito ao caráter laico e autônomo do espaço escolar público e não divulgação de marcas, produtos ou serviços comerciais nas obras. Apesar de mencionar a construção da cidadania, não se observou referências que o aproximem do enfoque CTS.

O terceiro requisito, que versou sobre a necessária coerência e adequação entre a abordagem teórico-metodológica assumida pela coleção e a proposta didático-pedagógica e os objetivos pretendidos, em seu detalhamento, apresentou aspectos que convergem para alguns objetivos CTS, ao indicarem que as coleções didáticas devem “favorecer o desenvolvimento de capacidades básicas do pensamento autônomo e crítico, no que diz respeito aos objetos de ensino-aprendizagem propostos” e ainda, “contribuir para a apreensão das relações que se estabelecem entre os objetos de ensino-aprendizagem propostos e suas funções socioculturais” (BRASIL, 2014, p. 50).

Por sua vez, os critérios quatro, cinco, seis e oito, apresentaram somente questões gerais que não guardam proximidade com o enfoque CTS.

O sétimo critério se referiu ao atendimento à perspectiva interdisciplinar, que vai ao encontro de uma das características das propostas de ensino de ciências sob o enfoque CTS. De acordo com o Edital (BRASIL, 2014, p. 53), as coleções didáticas devem:

1. explicitar claramente, no Manual do Professor, a perspectiva interdisciplinar explorada pela obra, bem como indicar formas individuais e coletivas de planejar, desenvolver e avaliar projetos interdisciplinares;
2. articular os conteúdos da disciplina em jogo com a área de conhecimento a que pertença, estabelecendo conexões também com as demais áreas e com a realidade;
3. propor atividades que articulem diferentes disciplinas, aprofundando as possibilidades de abordagem e compreensão de questões relevantes para o alunado do ensino fundamental/anos iniciais.

Verificou-se, assim, que entre os requisitos eliminatórios comuns a todas as áreas, não se observou a presença de indicativos do enfoque CTS. Apenas foram constatados dois critérios que manifestam aproximação com objetivos e com a característica interdisciplinar presentes nas propostas de ensino CTS.

No que tange aos princípios e critérios eliminatórios específicos para a área de ciências, verificaram-se, no Edital 2016, a indicação de princípios gerais e critérios para a área de ciências humanas e da natureza, e princípios e critérios específicos para a área de ciências, uma vez que o Edital aceitou obras individualizadas de ciências, remanescentes da edição anterior.

Nos princípios para a área de ciências, o Edital indicou que o ensino de ciências deve ser “baseado na aquisição ativa de conhecimentos”, propiciando ao estudante atividades investigativas com orientações sobre os procedimentos básicos da pesquisa científica, entendendo que assim as crianças “poderão melhor compreender como o conhecimento científico é produzido e de como é, ou pode ser, utilizado em nossa sociedade”. Apontou que “familiarizados com a metodologia de investigação científica, estarão mais conscientes para colocar a produção do conhecimento a serviço do bem estar social e mais aptos a responder aos questionamentos que o século XXI coloca para o cidadão”. Ressaltou ainda que as obras didáticas de ciências não devem se pautar em práticas de ensino baseadas na memorização, mas em processos ativos, investigativos e contextualizados (BRASIL, 2014, p. 69).

As mesmas recomendações puderem ser observadas no texto que tratou dos princípios gerais para a área de ciências humanas e da natureza, no qual foram

acrescentadas indicações de que as coleções didáticas devem “[...] orientar o aluno para a investigação de fenômenos e temas que evidenciem a utilidade das ciências para o bem estar social e para a formação de cidadãos” (BRASIL, 2014, p. 64), orientações para o trabalho pedagógico com foco no diálogo, no trabalho em equipe, no confronto e compartilhamento de ideias e também houve a recomendação de que os livros devem “propiciar momentos e situações que realcem a necessidade e importância da identificação e seleção dos aspectos naturais e sociais a serem pesquisados”, considerando as características de um ensino pautado na investigação (BRASIL, 2014, p. 65).

Cabe destacar que entre as características de um ensino sob o enfoque CTS estão a superação de práticas passivas, descontextualizadas e de memorização de conteúdos, a compreensão da construção do conhecimento científico e a tomada de decisão responsável frente às questões contemporâneas. Contudo entende-se que para a formação dos cidadãos, é preciso que o ensino tenha por base a reflexão crítica, a partir da pesquisa e do estudo de temas que contemplem a ciência e a tecnologia em suas múltiplas dimensões, incluindo os aspectos éticos, socioambientais, políticos e econômicos, além dos aspectos científico-tecnológicos (SANTOS, 2011; BAZZO, 2014). E essas questões foram omitidas no texto do edital, tanto nos princípios gerais para a área de ciências, quanto nos princípios apontados para as coleções integradas de ciências humanas e da natureza.

Desse modo, pode-se inferir que, embora recomende pontos importantes como a contextualização, o ensino pautado em propostas de investigação científica, a realização de experimentos, a formação de cidadãos capazes de responder aos questionamentos atuais, os princípios defendidos no edital não explicitaram consonância com os pressupostos CTS.

Quanto aos critérios específicos, observaram-se, no Edital, onze requisitos para a avaliação das coleções didáticas de ciências e vinte e oito requisitos para a avaliação das coleções integradas de ciências humanas e da natureza.

Para o primeiro caso, das obras individuais de ciências, entre os onze critérios elencados, apenas um manifestou convergência com os pressupostos CTS, ao observar se as coleções apresentam: “textos e atividades que colaborem com o debate sobre as repercussões, relações e aplicações do conhecimento científico na sociedade, buscando a formação dos alunos aptos para o pleno exercício da cidadania” (BRASIL, 2014, p. 70).

Os cinco critérios que apresentaram aproximação com características de práticas de ensino sob o enfoque CTS determinaram a: articulação de conteúdos com diferentes campos disciplinares; propostas de atividades que instiguem a investigação científica; sugestões de atividades experimentais; propostas de atividades que incentivem a interação entre os estudantes e a participação da comunidade, das famílias e da população; e propostas de atividades de campo e de visitas que contribuam para o processo de aprendizagem (BRASIL, 2014).

Já entre os requisitos para avaliação das coleções integradas de ciências humanas e da natureza, além dos supracitados, observou-se a inclusão de critérios que trazem elementos que vão ao encontro de alguns objetivos do ensino CTS, tais como: o desenvolvimento de capacidades que possibilitem a formação do cidadão para uma atuação social crítica, participativa e responsável; o desenvolvimento do pensamento autônomo e crítico e da capacidade argumentativa, embora não foi explicitamente mencionada no texto a necessidade da construção do conhecimento a partir de questões que envolvam a ciência, a tecnologia e suas inter-relações com a sociedade, nem mesmo quando entre os critérios houve a indicação de que as obras didáticas devem sugerir “temas de estudos e atividades que permitam a apropriação de conceitos científicos básicos nas áreas de ciências da natureza e de ciências humanas” (BRASIL, 2014, p. 65).

Um critério de avaliação das obras integradas que expressou convergência com o enfoque CTS, diz respeito ao reconhecimento “da produção do conhecimento como atividade que envolve diferentes pessoas e instituições às quais se devem dar os devidos créditos” (BRASIL, 2014, p. 66). No enfoque CTS, almeja-se que os alunos compreendam o fazer científico como atividade humana que se constitui a partir de uma ampla rede, contando com inúmeros sujeitos, comprometidos com certos valores e interesses. Entretanto o edital não destacou a problematização da ciência como atividade social, que não é neutra e objetiva, não fez menção ao caráter provisório da ciência e nem mencionou o desenvolvimento tecnológico.

Ainda para as coleções integradas, o edital estabeleceu como critério a abordagem integrada de questões centrais das áreas de Ciências, Geografia e História e, entre outros conceitos e noções, a presença das “[...] correlações entre fenômenos e processos naturais e sociais, congregando análises que abordem cultura, sociedade, poder e relações econômicas e sociais” (BRASIL, 2014, p. 66). Nota-se que esse item expressa aproximação com o enfoque CTS, pois aponta a

necessidade da integração entre áreas e a abordagem das relações entre a sociedade e o ambiente, abarcando diferentes aspectos que as envolvem, embora permaneçam implícitas as inter-relações ciência-tecnologia-sociedade.

Além disso, a presença implícita do enfoque CTS pode ser identificada no requisito que analisou se as coleções didáticas trabalham com “preceitos éticos de forma contextualizada” e no item que versou sobre a produção do espaço, no qual se avaliou a superação da “mera descrição dos elementos constituintes do espaço, enfatizando sua gênese, motivação e interesses dos agentes sociais em suas múltiplas determinações” (BRASIL, 2014, p. 67).

Pode-se afirmar que o enfoque CTS busca desvelar as questões éticas subjacentes às atividades científico-tecnológicas. E quanto ao último critério referido anteriormente, entende-se que a abordagem do espaço, considerando sua origem e os diversos fatores que influenciam sua construção, tal como descrito no edital, pode contribuir para a compreensão contextualizada da ação humana sobre o ambiente, com seus valores e interesses que nem sempre convergem para a produção de espaços sustentáveis, mas muitas vezes estão voltados tão somente para a maximização de lucros, produzindo sérias consequências para o ser humano e o ambiente. Assim, entende-se que esses dois critérios, vão ao encontro dos pressupostos CTS, apesar de não aparecerem explicitamente no texto do edital.

A partir dessa análise, verificou-se que a presença do enfoque CTS no Edital do PNLD 2016 é praticamente inexistente, pois não se observou entre os critérios eliminatórios elencados, apontamentos que direcionem de maneira clara e precisa para uma compreensão ampliada e crítica sobre a ciência, a tecnologia e o modo como se inter-relacionam com a sociedade, assim como não houve referência explícita para a inserção de estudos, textos ou atividades que contribuam para o entendimento da ciência como um processo humano, social, histórico e não-neutro. Do mesmo modo, não se verificou nenhum requisito sobre o entendimento da tecnologia, reconhecendo-a como uma produção social, que assim como a ciência, não pode ser compreendida fora do seu contexto sociocultural, político e econômico.

De modo geral, pode-se dizer que o Edital não exigiu que as coleções didáticas expressassem as intrincadas relações CTS, nem a visão da ciência e da tecnologia como construções humanas que têm caráter provisório, que estão sujeitas a êxitos e fracassos e sofrem influências e pressões de diferentes grupos, com interesses e valores diversificados.

Considerando tanto a relação de critérios específicos elencados para a avaliação dos livros didáticos de ciências, quanto os requisitos para a avaliação das coleções integradas de ciências humanas e da natureza, observaram-se somente dois critérios que manifestaram explicitamente consonância com as relações CTS. Entretanto nem mesmo esses apontaram para uma compreensão crítica e problematizada das inter-relações CTS, pois expressaram entendimentos que, embora sejam importantes na abordagem em sala de aula, estão ligados ao nível da informação sobre a ciência e da informação sobre natureza da ciência; são visões parciais, limitadas e que negligenciam a tecnologia, restringindo-se a exigir entre os requisitos avaliativos dos livros, algumas informações sobre a ciência e sua natureza.

Observou-se, ainda, que ao apresentar a nova proposta de coleções didáticas integradas, o edital apresentou implicitamente mais aspectos que manifestaram proximidade com o enfoque CTS entre os seus critérios, em comparação aos critérios das obras individuais de ciências, o que por um lado, representa um avanço, por outro, sinaliza que a inserção CTS nos livros didáticos requer autores, editoras e avaliadores do PNLD bastante sensíveis e atentos à consideração dos pressupostos CTS, pois como esses não se fizeram presentes de modo explícito nos requisitos avaliativos, exige sujeitos com conhecimento e com muita atenção a esses elementos tão importantes da área de ciências, mas que, contraditoriamente, não foram valorizados no PNLD.

Em outras palavras, como os critérios avaliativos (que fizeram menção a requisitos que se aproximam de pressupostos CTS) não apresentaram de maneira clara os pressupostos CTS, somente os sujeitos que possuem maior conhecimento e que efetivamente desejam que as relações recíprocas CTS estejam presentes nas coleções didáticas é que farão isso acontecer, pois sem a exigência explícita nos requisitos avaliativos, fica-se tão somente revelada a possibilidade da inclusão das relações CTS, a depender da leitura e da apropriação desses critérios, tanto por parte das editoras e autores, quanto dos avaliadores do PNLD.

Em síntese, constatou-se que o Edital 2016 não privilegiou dimensões essenciais da área das ciências, ausentando-se da tarefa de colaborar ativamente para a construção de materiais didáticos que, ao lado de outras medidas, podem contribuir para a formação para a cidadania.

Apesar de o Edital 2016 enfatizar a formação do cidadão, os critérios de

avaliação elencados não explicitaram elementos que direcionassem a produção das coleções didáticas para tal objetivo. Embora apontasse requisitos importantes como a necessária contextualização no ensino, a interdisciplinaridade, propostas de investigação científica, desenvolvimento de capacidades para uma atuação crítica, participativa e responsável no meio social, não expressou a exigência de um material para a área de ciências que contribuísse para a compreensão crítica das inter-relações CTS; não se encontraram referências para a inclusão de atividades de engajamento social em assuntos cotidianos que envolvessem ciência e tecnologia. Falou-se, no Edital 2016, da busca de “uma formação para o pleno exercício da cidadania”, mas não se verificou nessa política pública, tão cara aos cofres públicos, uma cobrança para que esse direito de formação se efetivasse no que diz respeito às contribuições que as coleções didáticas da área de ciências poderiam trazer.

E permanece o questionamento: se o edital que regulamentou a avaliação oficial dos livros didáticos de ciências não valorizou e enfatizou claramente os pressupostos CTS, que contribuem para a formação de sujeitos científica e tecnologicamente alfabetizados, as editoras e os autores o farão em suas coleções didáticas?

A próxima seção traz elementos que permitem uma aproximação inicial a essa questão, pois apresenta e analisa as resenhas das coleções didáticas integradas de Ciências Humanas e da Natureza dos 4º e 5º anos, aprovadas pelo PNLD 2016.

5.2 O GUIA DAS COLEÇÕES DIDÁTICAS INTEGRADAS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA APROVADAS PELO PNLD 2016

O Guia de Livros Didáticos (BRASIL, 2015) que apresentou as resenhas das obras integradas de ciências humanas e da natureza aprovadas pelo PNLD 2016, foi dividido em duas partes: na primeira, foram apresentados os critérios que balizaram a avaliação das obras de ciências humanas e da natureza, seguidas das resenhas das coleções aprovadas e, na segunda parte, foram explicitados os critérios avaliativos e as resenhas dos livros didáticos regionais aprovados⁶⁶.

⁶⁶ O PNLD 2016 inaugurou duas novas modalidades de coleções didáticas: uma, se refere à inserção de obras integradas de ciências humanas e da natureza e a outra que se refere à possibilidade de

O Guia 2016 (BRASIL, 2015) destacou que as coleções integradas de ciências humanas e da natureza se inserem em um contexto de debates e discussões sobre o ensino fundamental de ano nove anos e sobre a discussão e definição de direitos de aprendizagem, que emergem no âmbito do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa, que por sua vez, trata-se de um compromisso firmado pelo governo federal, Distrito Federal, estados e municípios de garantir a melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem no ciclo de alfabetização, de modo que todos os estudantes estejam alfabetizados até o final do 3º ano do ensino fundamental.

Nessa perspectiva, as discussões e ações realizadas nacionalmente se voltaram para assegurar a todas as crianças o seu direito de apropriação ao conhecimento das diversas áreas e foi nesse cenário que o PNLD 2016 instaurou a possibilidade da inserção no meio educacional e no mercado editorial, de coleções que se propuseram a integrar as áreas de ciências, história e geografia, buscando assim superar a abordagem fragmentada dos conhecimentos (BRASIL, 2015). Para tanto, essas novas obras:

contemplam uma proposta de integração didática e conceitual a partir de temas, situações-problemas, metodologias ou outros elementos articuladores que permitam a apropriação do meio pela criança bem como a apropriação da linguagem, conceitos e práticas sociais próprios das ciências. Este movimento de construção conceitual se faz paralelamente à construção da capacidade lecto-escritora da criança, acompanhado de um processo articulado de construção de conceitos a respeito do tempo, espaço, ambiente, cultura, ciência, tecnologia, comunicação e sociedade (BRASIL, 2015, p. 13).

Desse modo, verificou-se que tanto no Edital 02/2014 que regulamentou a inscrição e a avaliação das obras didáticas, quanto no Guia das coleções aprovadas (BRASIL, 2015), anunciou-se a proposição de materiais didáticos que buscam uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos, com vistas à contribuir para que as crianças compreendam o seu meio de maneira mais ampla e articulada.

O Guia 2016 (BRASIL, 2015) lembrou que na edição do PNLD 2016, puderam ser inscritas coleções integradas de dois tipos: Coleções de Tipo 1 referentes às obras com apresentação de Manual do Professor Digital; Tipo 2 correspondentes às coleções que não apresentaram Manual Digital. Algumas

coleções de Tipo 1 apresentam objetos educacionais, tais como vídeos, áudios, imagens, textos, gráficos, tabelas, mapas, jogos, animações, entre outros conteúdos multimídia, que variam entre os manuais digitais.

Para o processo de avaliação das coleções didáticas integradas de ciências humanas e da natureza, inscreveram-se um total de 26 obras, dessas, 13 foram aprovadas e 13 reprovadas. O Guia não informou quantas coleções inscritas destinavam-se aos alunos dos três primeiros anos do ensino fundamental e quantas se destinavam aos 4º e 5º anos. Entretanto verificou-se que das 13 coleções aprovadas, 10 foram dedicadas aos três primeiros anos e apenas 3 foram para os últimos anos, sendo 1 coleção de Tipo 1, e 2 de Tipo 2, ou seja, das três coleções didáticas aprovadas para os alunos do 4º e 5º anos, 1 possui Manual do Professor Digital e 2 não possuem esse material.

O quadro 8 apresenta as coleções didáticas de ciências humanas e da natureza aprovadas, a composição da coleção, com suas respectivas editoras e anos do ensino fundamental aos quais se destinam.

Quadro 8 - Coleções didáticas integradas de ciências humanas e da natureza aprovadas e divulgadas no Guia de Livros Didáticos 2016 (BRASIL, 2015)

Coleção	Composição	Anos do Ensino Fundamental a que se destinam	Editora
A conquista	Tipo 1	1º, 2º e 3º	FTD
Ápis – Descobrir o Mundo	Tipo 1	1º, 2º e 3º	Ática
Aprender juntos Ciências Humanas e da Natureza	Tipo 1	1º, 2º e 3º	Edições SM
Juntos Nessa Ciências Humanas e da Natureza	Tipo 1	1º, 2º e 3º	Leya
Ligados.com Ciências Humanas e da Natureza	Tipo 1	1º, 2º e 3º	Saraiva
Porta Aberta	Tipo 2	1º, 2º e 3º	FTD
Projeto Buriti Ciências Humanas e da Natureza	Tipo 1	1º, 2º e 3º	Moderna
Projeto Jimboê	Tipo 1	1º, 2º e 3º	Editora do Brasil
Quatro Cantos	Tipo 2	1º, 2º e 3º	Dimensão
Coleção Vamos Juntos	Tipo 2	1º, 2º e 3º	Esfera
Ligados.com Ciências Humanas e da Natureza	Tipo 1	4º e 5º	Saraiva
Porta Aberta	Tipo 2	4º e 5º	FTD
Projeto Buriti Ciências Humanas e da Natureza	Tipo 2	4º e 5º	Moderna

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados divulgados no Guia de Livros Didáticos 2016 (BRASIL, 2015).

Observa-se que das 13 coleções didáticas aprovadas, 8 são de Tipo 1 e 5 de Tipo 2 e no processo, nove editoras tiveram seus livros aprovados, sendo que

dessas, três tiveram suas coleções aprovadas tanto para os três primeiros anos, quanto para os últimos anos do ensino fundamental.

O Guia 2016 (BRASIL, 2015) organizou as resenhas das coleções aprovadas de maneira padronizada, mediante textos objetivos, que seguem uma mesma estrutura e contemplam os mesmos tipos de informações, que foram: a identificação da coleção, na qual foi apresentada uma imagem da capa da obra, o título, o código do PNLD, os nomes dos autores, a editora e a indicação de obra de Tipo 1 ou 2. Em seguida, apresentou o item “Visão geral”, que explicitou de maneira sucinta a avaliação da obra, com informações sobre a coleção de modo amplo, o manual do professor, o componente curricular, a proposta pedagógica, a formação cidadã e o projeto gráfico-editorial.

Na sequência, o Guia trouxe o item “Descrição da coleção”, que apresentou a organização dos conteúdos do livro do aluno, do manual do professor e do manual do professor digital, no caso das coleções do Tipo 1. Logo após, as resenhas indicaram um “Sumário sintético”, que mostrou a organização da coleção em unidades e capítulos, seguidos do item “Análise da obra”, no qual foram apresentadas as características da coleção de modo geral, o manual do professor e o manual digital, quando a coleção o contemplava, o modo como o componente curricular foi abordado na obra, informações sobre a proposta pedagógica assumida, indicação de aspectos que a coleção traz para a formação cidadã e as características do projeto gráfico-editorial. O último item, denominado “Em sala de aula”, tratou dos pontos fortes da coleção e explicitou eventuais recomendações aos professores (BRASIL, 2015).

5.2.1 As Resenhas das Coleções Didáticas Integradas de Ciências Humanas e da Natureza, para os 4º e 5º anos do Ensino Fundamental Aprovadas pelo PNLD 2016

No PNLD 2016, foram aprovadas três coleções integradas de ciências humanas e da natureza destinadas aos alunos dos 4º e 5º anos do ensino fundamental: uma coleção de Tipo 1 da editora Saraiva e duas coleções de Tipo 2, uma da editora FTD e outra da editora Moderna.

De acordo com a resenha da obra “Ligados.com Ciências Humanas e da Natureza”, essa coleção trabalhou as áreas de ciências, história e geografia de maneira integrada, a partir de temas abordados nas unidades de ensino e propôs

uma metodologia diversificada, “que pressupõe a pesquisa, a comparação, a reflexão, a síntese e a capacidade de os estudantes trabalharem em grupo” (BRASIL, 2015, p. 96).

Nota-se que o parecer enfatizou que a coleção contribui para superar a fragmentação dos conhecimentos. E ao mencionar que a obra favorece a abordagem interdisciplinar “para além das áreas de Ciências Humanas e da Natureza”, por meio de temas que abarcam as relações do ser humano com o ambiente, “[...] considerando as atividades antrópicas e suas consequências para o planeta, a história da organização das cidades brasileiras e os problemas que elas enfrentam, de maneira relacionada ao trabalho e às dimensões temporais e espaciais” (BRASIL, 2015, p. 96), sugeriu que a obra contempla relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ainda que não explicita isso no texto.

Além disso, segundo a resenha, na proposta pedagógica da obra foi “[...] realizada uma abordagem histórica da ciência” (BRASIL, 2015, p. 93) e a coleção colabora para a concretização de um processo de ensino significativo “[...] ao orientar o aluno para a investigação de fenômenos e temas que evidenciem a utilidade das ciências para o bem estar social e para a formação de cidadãos” (BRASIL, 2015, p. 97). Assim, o parecer indicou que a obra abordou a aplicação do conhecimento científico pela sociedade, porém, não mencionou se ela procurou mostrar que ciência e a tecnologia nem sempre solucionam todos os problemas e que as inovações tecnocientíficas podem envolver riscos e produzir impactos negativos.

Outro ponto destacado como “característica positiva” da coleção foi “a promoção do desenvolvimento da autonomia de pensamento, do raciocínio crítico e da capacidade de argumentação do aluno” (BRASIL, 2015, p. 97). Pode-se afirmar que essa característica vai ao encontro de objetivos CTS, entretanto, o parecer apresentou poucas referências sobre como foi realizada a abordagem da ciência e da tecnologia, deixando muitas dúvidas quanto à contribuição da obra para um entendimento das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Conforme a resenha, a coleção apresentou “poucas propostas de atividades experimentais” (BRASIL, 2015, p. 98) que podem ser complementadas a partir do Manual do Professor. O parecer não analisou essas atividades experimentais, deixando o leitor sem informações quanto aos materiais utilizados, à metodologia empregada e quanto à questão da segurança na realização dos experimentos, ou

seja, apenas com a leitura da resenha, não foi possível saber quais foram as contribuições das atividades experimentais propostas pela coleção.

O parecer ainda mencionou que a obra traz poucas sugestões de exploração de espaços não formais, que também podem ser complementadas com as indicações feitas no Manual do Professor, e que é pouco presente o incentivo à divulgação das produções dos alunos e a participação das famílias e da comunidade em eventos com esse propósito.

No que se refere à coleção “Porta Aberta”, segundo a resenha, o componente curricular Ciências Humanas e da Natureza foi tratado a partir de uma perspectiva interdisciplinar, estruturada em grandes eixos temáticos. Todavia o próprio parecer observou que algumas áreas do conhecimento se sobressaíram em alguns capítulos da obra. Para os avaliadores, a proposta pedagógica dessa coleção esteve centrada em uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, no qual os conhecimentos prévios dos estudantes foram valorizados e uma diversidade de textos escritos e recursos didáticos foram explorados na obra. Além disso, compreende o letramento “como uma responsabilidade de todas as áreas do conhecimento [...]”. Sobre as atividades propostas, o parecer avaliou que algumas “[...] mobilizam apenas habilidades de localizar, copiar, responder de acordo com o texto e completar frases [...]”, pouco contribuindo para a interpretação, compreensão de textos e aprendizagem dos conteúdos (BRASIL, 2015, p. 104). Não se encontrou na resenha nenhuma menção sobre atividades investigativas, nem sobre a realização de experimentos.

A resenha mencionou que pode ser verificado o intuito da obra em “favorecer iniciativas que possam auxiliar os alunos a atuarem na sociedade de forma crítica, autônoma, participativa e responsável”, ao observar que a coleção trouxe propostas que colaboram para a formação cidadã dos alunos e, nessa perspectiva, entre outras temáticas, discute as questões ambientais, buscando “problematizar os crimes ambientais e formar os estudantes para uma atitude consciente e para uma prática sustentável” (BRASIL, 2015, 105). Apesar disso e de enfatizar a interdisciplinaridade e a contextualização presente na obra, o parecer não apresentou nenhuma outra referência que demonstrasse consonância da coleção com a abordagem CTS.

Por sua vez, a coleção “Projeto Buriti Ciências Humanas e da Natureza”, trabalhou os conteúdos de modo integrado, por meio da abordagem temática e

apresentou “[...] preocupação com a educação ambiental e com o desenvolvimento de valores como cidadania e sustentabilidade [...]” (BRASIL, 2015, p. 110).

No que tange à proposta pedagógica, o parecer afirmou que a obra “favorece a compreensão da interdependência entre os elementos da natureza e da organização espacial” e “contribui para o desenvolvimento da autonomia de pensamento, o raciocínio crítico e a capacidade de argumentação do aluno” (BRASIL, 2015, p. 108). Além disso, indicou que de maneira contextualizada, a coleção colabora para o estudante perceber a relevância de sua postura para com a natureza e a sociedade, mas não explicitou se as inter-relações ciência, tecnologia e sociedade foram contempladas, apesar da menção de que os pressupostos da coleção “buscam abordagens que considerem a cultura, sociedade, poder e relações econômicas e sociais” (BRASIL, 2015, p. 109). A resenha ainda recomendou aos professores que buscassem ampliar as atividades experimentais e de campo, mencionando que essas propostas foram pouco frequentes na coleção.

A partir da leitura das resenhas, verificou-se que o Guia de Livros Didáticos não ofereceu referência sobre como a ciência e a tecnologia foram concebidas nas coleções, nem foi esclarecido se as obras contemplaram as inter-relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade. Desse modo, apenas por meio do acesso aos pareceres, não foi possível saber de que maneira a coleção compreendeu a produção de conhecimento científico-tecnológico, se ela abordou e como abordou as relações ciência-tecnologia-sociedade.

Essas constatações não surpreendem, pois como os critérios avaliativos do PNLD não contribuíram para a inserção das relações CTS nos livros didáticos, os resultados das avaliações expressos no Guia vieram mostrar, e ainda não integralmente, apenas os aspectos contemplados no processo de avaliação. Assim, observou-se que o Guia apresentou elementos importantes, mas também deixou de considerar e trazer ao conhecimento dos professores questões fundamentais da área de ciências, que via de regra deveriam ser avaliadas nos livros didáticos e divulgadas a todos os sujeitos interessados.

6 AS ABORDAGENS RELATIVAS ÀS INTER-RELAÇÕES CTS EM LIVROS DIDÁTICOS INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA

Este capítulo traz à tona as abordagens que os livros didáticos integrados de ciências do PNLD 2016, destinados ao 4º ano do Ensino Fundamental, manifestam quanto às relações CTS. Explicita em que medida os textos e atividades propostas nos livros incorporam essas relações e evidencia suas contribuições e limitações para uma compreensão crítica a respeito da ciência, da tecnologia e das suas inter-relações com a sociedade.

Para a exposição da análise e discussão dos resultados, o capítulo está organizado da seguinte maneira: em um primeiro momento é explicitada a organização e os temas contemplados nas obras e apresentada uma análise geral da proximidade ou distanciamento desses livros em relação a uma abordagem contextualizada e crítica dos aspectos CTS. Na sequência, faz-se a apresentação da análise categorial que, seguindo a matriz de análise, contempla as seguintes categorias: I) natureza da prática científico-tecnológica; II) natureza da sociedade e III) influências CTS – na dimensão A e na dimensão B; IV) propostas para a compreensão das inter-relações CTS. Por fim, apresenta-se uma síntese dessa análise, discute-se as relações entre os resultados sistematizados nas categorias e dimensões de análise e destacam-se as contribuições, limitações, lacunas e implicações para a prática pedagógica. E, ainda, apontam-se caminhos e possibilidades alternativas para o desenvolvimento de práticas pedagógicas sob o enfoque CTS nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

6.1 AS INTER-RELAÇÕES CTS NOS LIVROS DIDÁTICOS INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA

Os livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza para os anos iniciais têm uma proposta comum que é a busca pela integração entre as áreas de ciências, história e geografia, com vistas à superação de uma abordagem compartimentada dos conhecimentos. Tendo em vista esse objetivo, as três coleções aprovadas pelo PNLD 2016 optaram por uma abordagem temática como meio de articular os conteúdos.

Neste trabalho, optou-se, metodologicamente, por eleger os temas presentes nos livros para comporem as unidades de registro e considerando-se que as propostas dos livros didáticos foram organizadas a partir de temáticas que nortearam a seleção de conteúdos das três áreas – ciências, história e geografia – fez-se a opção por analisar todas as temáticas apresentadas nas obras, mesmo aquelas em que se verificou que os conteúdos refletiam o predomínio de outra área, em detrimento das ciências naturais.

Foram estudados, portanto, os livros didáticos editados para o professor (os manuais do professor) por completo, incluindo os textos de apresentação de conteúdo e propostas de atividades, bem como as orientações específicas para o professor – as orientações didáticas - que são apresentadas ao final das obras e em comentários inseridos no decorrer das unidades de ensino.

O quadro 9 apresenta os temas mapeados em cada obra didática e esses constituíram as unidades de análise deste trabalho.

Quadro 9 - Temas presentes nos LD analisados

Temas		
LD1	LD2	LD3
O universo e a Terra	Brasileiros e brasileiras	A água
Ser humano e saúde	A vida no planeta Terra	Desequilíbrios na natureza
Vida e ambiente	Brasil: um país em construção	A formação das cidades
Tecnologia e sociedade	Brasil: vida e trabalho	Em busca de uma vida melhor
Identidade e diversidade		
Cidadania e direitos		
Paisagens e territórios		
Matéria e energia		

Fonte: Autoria própria

O LD1 está organizado em 8 unidades temáticas. Cada unidade é composta por um tema principal e 3 subtemas, com seções e atividades. As propostas de atividades se encontram dispostas ao longo das unidades. Em sua totalidade, a obra apresenta 328 páginas. O LD2 é constituído por 4 unidades de trabalho, com temas organizados em 4 capítulos, os quais contam com seções variadas e uma seção específica de atividades ao final de cada unidade, além das atividades localizadas ao longo das unidades. Esse manual possui 368 páginas. O LD3 é composto por 4 unidades temáticas que, por sua vez, apresentam vários subtemas. As unidades são organizadas em lições e essas exploram os conteúdos sempre por meio de atividades. Esse livro é organizado em seções e também traz uma seção específica de atividades ao final de cada unidade de ensino. É composto por 272 páginas.

Com as unidades de análise definidas, a partir das temáticas abordadas em cada obra, passou-se ao trabalho de leitura minuciosa para identificação de trechos de interesse, os quais compuseram o material de análise, transcrito no quadro 9, conforme apresentado nos encaminhamentos metodológicos.

Do processo de análise dos textos e das atividades propostas nos livros didáticos, verificaram-se evidências de aspectos do enfoque CTS em todas as obras. Essas foram constatadas pela presença de episódios nos quais se identificaram diferentes indicadores da Matriz de Análise.

Cabe mencionar que muitos trechos se referiam a evidências insuficientemente exploradas e que não refletiam efetivamente as relações CTS, de modo a contribuir para sua compreensão. Por outro lado, apresentaram-se como trechos potenciais, que se bem explorados poderiam colaborar para o entendimento das relações CTS. Por isso, foram identificados como trechos implícitos de aspectos CTS. Por sua vez, os episódios que manifestaram evidências claras de aspectos CTS foram identificadas como trechos explícitos.

Ressalta-se que a presença de excertos explícitos das inter-relações CTS nos materiais didáticos, não garantem que os docentes trabalhem essas questões, pois uma prática pedagógica com orientação CTS implica a apropriação pelo professor dos pressupostos teóricos e metodológicos dessa abordagem e sua transposição para a sala de aula. Contudo entende-se que livros didáticos que claramente contemplam as inter-relações CTS colaboram para a construção de visões mais amplas a respeito da atividade científico-tecnológica.

Quadro 10 - Total de indicadores das dimensões A e B explícitos e implícitos contemplados nos LD analisados

Total de indicadores presentes nos LD												
	LD1				LD2				LD3			
	Total Indicadores A		Total Indicadores B		Total Indicadores A		Total Indicadores B		Total Indicadores A		Total Indicadores B	
	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I
	104	24	10	26	45	13	5	7	47	25	11	34
Total	128		36		58		12		72		45	
Total indic. A e B	164				70				117			

Fonte: Autoria própria

Entre as obras analisadas, verificou-se que o LD1 foi o que totalizou maior número de evidências dos indicadores da Matriz de Análise, com um total de 164 ocorrências, considerando-se trechos explícitos (representados pela letra E no quadro 10) e implícitos (letra I) das dimensões A e B; seguido do LD3, com 117 episódios.

Relativamente à dimensão A, foram encontradas, nos três livros analisados, mais evidências da presença de seus indicadores de maneira explícita do que implícita, conforme pode ser observado no quadro 10. De modo contrário, indicadores da dimensão B foram frequentemente mais encontrados de modo implícito. Isso demonstra que, apesar da presença de episódios explícitos reveladores de aspectos CTS nos textos de apresentação de conteúdo (dimensão A), nos encaminhamentos metodológicos e atividades propostas (dimensão B) isso não se refletiu.

O quadro 10 exhibe que, no LD3, foram encontradas 11 propostas de atividades que explicitamente abordaram algum aspecto CTS. No LD1, encontraram-se 10 atividades e, no LD2, apenas 5 propostas. Ou seja, a maior parte das atividades propostas nos livros não fomentam a compreensão das interfaces CTS, nem estimulam o desenvolvimento do pensamento crítico em sua análise e reflexão, menos ainda instigam o comprometimento social e o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão e ação social responsável, conforme será demonstrado adiante, na discussão dos resultados da categoria de análise IV - propostas para a compreensão das inter-relações CTS.

Embora tenham sido identificados episódios reveladores da presença de aspectos CTS nos livros didáticos, a partir de uma análise pormenorizada constatou-se diferentes níveis de profundidade de discussão; alguns indicadores, foram contemplados em um número muito reduzido de episódios, relativamente a totalidade de páginas analisadas; outros indicadores tiveram uma presença exígua, e outros ainda, não contaram com qualquer referência nos livros pesquisados.

Dos 28 indicadores da matriz de análise, foram encontrados nas obras estudadas, referências de 24 indicadores, sendo 19 da dimensão A e 5 da dimensão B. Todavia, enquanto alguns indicadores foram representados com certa frequência, outros foram negligenciados ou totalmente deixados de lado, como exposto no quadro 11.

Quadro 11 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra

Categorias/Indicadores																															
		Natureza da Prática Científico-tecnológica												Natureza da Sociedade			Influências CTS							Propostas para a compreensão das relações CTS							
L	D	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	B1	B2	B3	B4	B5
1	E	2	1	-	-	2	2	4	2	-	4	-	1	1	4	3	3	3	3	2	1	5	-	1	9	-	-	-	-	1	
	I	-	-	1	-	3	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	1	1	1	-	-	1	-	4	-	2	-	-	4	1	
2	E	8	2	2	-	-	3	-	-	-	3	-	-	5	-	1	1	-	1	3	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	
	I	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	3	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	7	-	-	-	-	-	
3	E	7	-	2	-	-	3	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2	-	1	1	-	3	-	-	8	1	1	-	1		
	I	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	1	1	1	-	-	-	1	8	-	2	2	1	4	-		
Total Indic		17	5	5	-	6	8	4	2	-	10	-	5	42	6	6	8	5	58	2	2	4	-	1	77	3	2	8	3		

Fonte: Autoria própria

No que tange à dimensão A, considerando-se as ocorrências explícitas e implícitas nas obras, a referência a exemplos de tecnologias presentes no cotidiano e/ou o reconhecimento da utilidade social da ciência (indicador A18) teve a maior representatividade com 58 episódios identificados, com destaque nos três livros analisados. A abordagem de implicações sociais da ciência e da tecnologia (correspondente ao indicador A21) ocupou o segundo lugar em termos de frequência, com 44 trechos identificados, com destaque em duas das três obras investigadas. Valorizado nos três livros, o indicador A13, referente ao reconhecimento da sociedade como instituição com diferentes culturas, ocupou o terceiro lugar, com um total de 42 episódios identificados.

Por outro lado, os demais indicadores tiveram um pequeno número de representações em cada livro estudado. Aspectos importantes para uma compreensão crítica a respeito da ciência e da tecnologia, tais como: apresentação da tecnologia como atividade humana que engloba aspectos técnicos, organizacionais e culturais (referente ao indicador A8), inserções sobre os interesses que envolvem a concepção e produção científico-tecnológica (indicador A12), referências aos aspectos positivos e negativos relativos ao uso de um determinado resultado ou produto científico-tecnológico (indicador A20), assim como, a

abordagem acerca da participação da sociedade no contexto das esferas políticas nos processos decisórios que envolvem ciência e tecnologia (indicador A23) foram quase inexistentes nas obras pesquisadas.

O quadro 11 demonstra que indícios dos indicadores A8 foram encontrados somente no LD1, com apenas 2 ocorrências. Referências ao indicador A12 foram localizadas nos livros 1 e 2, com citações implícitas nos textos (com exceção de 1 citação explícita localizada no LD1). O indicador A20 também foi encontrado nos livros 1 e 2, entretanto, com apenas 1 trecho identificado em cada obra. Por sua vez, o indicador A23 (Aborda acerca da participação da sociedade no contexto das esferas políticas) foi encontrado apenas no livro 1, com 1 menção identificada.

Inserções a respeito da tecnologia, de modo a superar um entendimento de que essa seria mera aplicação da ciência (correspondente ao indicador A7) foram encontradas somente no LD1 (com identificação de 4 ocorrências) e inclusões que evidenciaram o conhecimento científico como uma, entre outras formas de conhecimento (relativo ao indicador A5), também foram identificadas, de maneira explícita, apenas no LD1 (com 2 menções). Observou-se que esses aspectos também foram negligenciados nos livros estudados.

Outras discussões relevantes que contribuiriam para divulgar a imagem da ciência como constructo humano, tal como referenciada no indicador A4 (relata pesquisas em andamento explicitando as razões que motivaram a investigação do problema, as incertezas e as implicações sociais envolvidas); inserções que evidenciam as inter-relações entre os conhecimentos científico-tecnológicos, apontando que a ciência pode colaborar para o desenvolvimento da tecnologia (indicador A9), mas sem incorrer na ideia positivista de tecnologia como aplicação da ciência; inclusão de argumentos diversos e pontos de vistas diferentes sobre questões tecnocientíficas (indicador A11), bem como inserções que desmistifiquem a suposta neutralidade da ciência e da tecnologia, destacando que esse processo não é isento de interesses, de contradições, de relações de poder e que há necessidade de mecanismos de controle social (indicador A22), estiveram totalmente ausentes dos livros didáticos analisados.

Além disso, as três obras pesquisadas, em muitos momentos, forneceram textos de apresentação de conteúdos demasiadamente sintetizados, com pouco aprofundamento, em situações que caberiam textos e discussões mais densas. De modo geral, esses textos apresentaram informações sem tecer uma reflexão crítica

sobre o papel do cientista, sobre seu fazer como atividade essencialmente humana e socialmente referenciada. Não se verificou neles uma preocupação em desvendar criticamente os aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos que envolvem a ciência e a tecnologia ou, ainda, sobre as relações de poder e os interesses que direcionam o desenvolvimento científico-tecnológico, cujos rumos nem sempre estão em consonância com as reais necessidades da maioria da população.

Apesar da identificação de várias referências às implicações sociais mais amplas da ciência e da tecnologia (indicador A21, com 44 episódios identificados nos três livros), verificou-se que essas, na maioria das vezes, não apresentaram discussões que favoreceram a compreensão das relações CTS. Pelo contrário, com maior frequência, observou-se a presença de textos que se limitaram a citar impactos ambientais negativos, sem propor uma discussão que ajudasse na sua compreensão ou que abordaram superficialmente os benefícios e/ou as repercussões negativas geradas pelo desenvolvimento tecnocientífico. Tampouco observou-se a preocupação em desvelar os interesses subjacentes ao desenvolvimento científico e tecnológico e a necessidade/possibilidade de participação social nos processos decisórios que envolvem ciência e tecnologia.

Constatou-se que os livros didáticos analisados privilegiaram em sua abordagem o reconhecimento da diversidade cultural da sociedade contemporânea (representada pelo indicador A13), a presença da ciência e da tecnologia no dia a dia (correspondente ao indicador A18) e as repercussões que ocorrem em virtude do uso da ciência e da tecnologia (A21).

Por um lado, reconhece-se a importância de mostrar aos alunos os aspectos culturais da sociedade, destacando-se sua diversidade; também não se ignora a necessidade de levar os estudantes a perceber a presença da ciência e da tecnologia em suas vidas, bem como reconhecer os benefícios que elas trazem.

Por outro lado, ressalta-se a necessidade de se avançar nessas discussões. Não basta que o aluno identifique a presença da ciência e da tecnologia no meio social, pois essa identificação, sem fazer um juízo de valor, traz subjacente um entendimento de tecnologia enquanto simples aparato/instrumento neutro, livre de influências sociais, utilizados para satisfação das necessidades humanas (STRIEDER, 2012). Por sua vez, apenas o reconhecimento das repercussões sociais positivas, segundo Strieder (2012), em extremos, pode conduzir a uma concepção linear de desenvolvimento científico-tecnológico, na qual está presente a

ideia de que mais ciência e tecnologia gerarão mais bem-estar social. Além disso, apenas a identificação de impactos, sem uma discussão sobre eles e sem a percepção de que materializam determinados interesses e propósitos, pode levar a um entendimento limitado, passando uma ideia de que não há o que fazer, a não ser tentar lidar com as consequências de um produto já pronto e posto em uso.

Com base nos dados da pesquisa, observou-se que ganhou destaque nos livros didáticos estudados uma abordagem pouca crítica em relação à ciência e à tecnologia. Dois, dos três indicadores com maior representatividade nos textos - A18 e A21 - (da maneira como foram abordados), trazem subjacente uma ideia de desenvolvimento científico-tecnológico neutro, isento das interferências do contexto social e sugerem uma ideia de participação social somente no âmbito da pós-produção, no sentido da minimização das repercussões consideradas negativas.

Relativamente à dimensão B, levando-se em conta tanto os episódios explícitos quanto implícitos, verificou-se que o indicador B1 (que se refere às atividades diversificadas que estimulem o estudante a expressar ideias e opiniões, pesquisar, conhecer outras opiniões e argumentos, discutir e compartilhar pontos de vista, refletir, observar, argumentar, dar explicações, analisar e confrontar diferentes visões e argumentos sobre aspectos sociais relativos à ciência e à tecnologia) foi o que contou com maior representatividade nas três obras analisadas, com 35 ocorrências no LD3, 30 no LD1 e 12 episódios identificados no LD2.

A presença dos demais indicadores dessa dimensão foi notavelmente restrita. Ou seja, as poucas inserções encontradas de outros indicadores B foram bastante pontuais e as evidências desses não foram encontradas em todas as obras estudadas. A realização de atividades investigativas para compreender as inter-relações CTS (correspondente ao indicador B2) e propostas que envolvessem os estudantes em projetos que favorecessem o desenvolvimento do pensamento crítico sobre questões CTS, (indicador B3), por exemplo, tiveram episódios identificados apenas no LD3, com 3 e 2 ocorrências respectivamente.

Atividades que sugerem o envolvimento do aluno em assuntos comunitários, de maneira a promover o interesse e a busca coletiva de possíveis alternativas para problemas reais do entorno social, envolvendo questões relativas à ciência e à tecnologia (referente ao indicador B4) foram identificadas em 8 episódios, 4 no LD1 e 4 no LD3. Entretanto essas 8 ocorrências referiram-se às atividades que manifestaram apenas implicitamente esse indicador. Propostas que estimulam o

estudante a envolver-se em ações sociais concretas, individuais ou coletivas (indicador B5) foram identificadas no LD1, com 2 episódios (1 explícito e 1 implícito), e no LD3, com apenas 1 episódio (explícito).

Observou-se, assim, uma centralidade da presença de indicadores B1 nos três livros estudados, muitos dos quais foram encontrados de maneira implícita (55 de um total de 77). A grande maioria das atividades propostas nos livros estudados referem-se às atividades que lançam perguntas diretas aos alunos; pesquisas simples que não mobilizam o desenvolvimento de capacidades ligadas a um processo investigativo e atividades de interpretação e compreensão de textos e conteúdos abordados nas unidades de ensino. Poucas proposições contemplaram resolução de problemas simulados ou demandaram reflexões sobre problemas cotidianos reais envolvendo questões científico-tecnológicas. Propostas que requisitaram a realização de atividades investigativas, envolvimento em projetos sobre temáticas tecnocientíficas, envolvimento dos alunos na busca de alternativas para problemas reais do seu contexto ou propostas que solicitaram intervenções concretas na realidade foram ainda bem menos frequentes nas obras analisadas.

Além disso, observou-se uma significativa diferença quanto à presença de indicadores no livro didático destinado ao aluno e no livro didático editado para o professor, como exposto no quadro 12.

Quadro 12 - Total de indicadores das dimensões A e B explícitos e implícitos contemplados nos LD do aluno e no Manual do Professor

Total de indicadores presentes nos LD												
LD do professor	LD1				LD2				LD3			
	Total Indic. A		Total Indic. B		Total Indic. A		Total Indic. B		Total Indic. A		Total Indic. B	
	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I
	104	24	10	26	45	13	5	7	47	25	11	34
Total	128		36		58		12		72		45	
Total Indic. A e B	164				70				117			
LD do aluno	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I
	75	8	7	25	38	11	3	5	15	11	5	28
	Total	83		32		49		8		26		33
Total Indic. A e B	115				57				59			

Fonte: Autoria própria

Em outras palavras, muitos indícios explícitos e implícitos de aspectos CTS só apareceram no manual do professor, indicando que em diferentes momentos e temáticas discutidas, as referências relativas às questões CTS e/ou sugestões de atividades envolvendo-as, encontraram-se apenas ao final do livro didático nas orientações específicas para o docente e/ou em comentários tecidos ao longo do texto na versão editada para o professor. Isso significa que se o professor não estiver atento às orientações específicas do manual e/ou apoiar-se somente nos textos de conteúdos e atividades disponíveis no livro do aluno, referências aos aspectos CTS e sugestões de atividades que as contemplam, não serão acessadas. Os estudantes, por sua vez, têm em mãos livros didáticos que trazem uma contribuição exígua à compreensão das relações CTS.

Ao observar o quadro 12 pode-se verificar que o livro didático do aluno é bastante limitado quanto à presença de aspectos CTS. O LD3 apresenta uma grande redução em comparação ao LD do professor e se agrava ao considerarem-se apenas as evidências explícitas do LD do professor e do LD do aluno. Chama a atenção, também, a escassez nos livros dos alunos de propostas de atividades explícitas que contemplam aspectos CTS (dimensão B de análise). No LD2, na versão destinada ao aluno, foram encontradas somente 3 propostas de atividades

que refletem, de fato, algum aspecto das interações CTS. No LD1, encontraram-se 7 atividades e, no LD3, 5 propostas de atividades.

Pode-se inferir que o fato do LD3 - do aluno e do professor - apresentar um maior número de indicadores da dimensão B, pode estar relacionado a uma característica da coleção, cujos conteúdos são sempre abordados por meio de atividades.

A partir da análise dos dados, observou-se que, embora o manual do professor conte com a inserção de aspectos CTS, suas contribuições ainda são pouco expressivas para a discussão e entendimento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. O livro didático do aluno, por sua vez, colabora menos ainda, pois a presença de alguns indicadores CTS só foi encontrada na parte de orientações específicas ao docente e/ou nos comentários realizados ao longo do livro do professor.

Ao analisar os textos e propostas de atividades de cada temática tratada nas obras pesquisadas, verificou-se que em alguns temas, os textos suscitaram alguns aspectos CTS e apresentaram atividades que inseriram questões CTS. Em outros, as inserções foram bem pontuais e houve abordagem de temas que não contemplou qualquer atividade que discutisse aspectos CTS, conforme pode ser observado no quadro 13.

Quadro 13 - Frequência de indicadores por tema em cada obra

LD	Temas	Indicadores																													
		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16	A 17	A 18	A 19	A 20	A 21	A 22	A 23	A 24	Total A	B1	B2	B3	B4	B5
LD 1	Universo e a Terra	2	-	-	-	4	-	-	-	-	5	-	-	4	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	20	3	-	-	-	-	3
	Ser humano e saúde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	1	1	-	3	4	-	6	-	-	-	24	5	-	-	-	-	5
	Vida e ambiente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	1	3	-	3	-	-	-	10	5	-	-	3	1	9
	Tecnologia e sociedade	-	1	1	-	1	2	4	2	-	-	-	1	-	-	2	3	3	9	7	1	6	-	-	43	9	-	-	-	1	10
	Identidade e diversidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
	Cidadania e direitos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	1	5	-	-	-	1	-	1
	Paisagens e territórios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	1	-	1	-	-	6	2	-	-	-	-	2
	Matéria e energia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	7	5	-	3	-	-	16	6	-	-	-	-	6
LD 2	Brasileiros e brasileiras	4	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	12	3	-	-	-	-	3	
	A vida no planeta Terra	3	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	
	Brasil: um país em construção	1	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	1	3	-	-	-	-	4	-	-	2	-	-	15	1	-	-	-	-	1
	Brasil: Vida e trabalho	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	1	1	1	1	-	6	2	1	2	-	-	18	8	-	-	-	-	8
LD 3	A água	5	1	1	-	-	3	-	-	-	1	-	-	3	-	-	1	-	2	1	-	2	-	-	20	10	1	1	-	-	12
	Desequilíbrios na natureza	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	1	-	-	-	9	-	-	16	19	1	-	-	-	20
	A formação das cidades	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	8	-	-	13	5	-	1	4	1	11	
	Em busca de uma vida melhor	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	5	-	-	2	-	-	23	1	1	-	-	-	2

Fonte: Autoria própria

O LD1 apresenta uma unidade temática específica sobre as relações entre tecnologia e sociedade, cujos subtemas abordados são: “impacto da tecnologia no mundo”, as “tecnologias transformando a paisagem” e as “tecnologias e o corpo humano”. Esse foi o tema que mais apresentou menções relativas aos aspectos CTS na dimensão A, com 43 ocorrências, considerando-se inserções implícitas e explícitas, seguido do tema “Ser humano e saúde”, que trata de questões relacionadas ao corpo humano, povos e alimentação e o corpo humano e o ambiente, com 24 episódios identificados. Ocupando o terceiro lugar em termos de frequência, o tema “Universo e a Terra”, que aborda sobre como os povos explicam o universo, o universo atual e o sistema solar e a Terra, apresentou 20 ocorrências nas quais foram identificados indicadores da dimensão A.

No LD2, o tema “Brasil: vida e trabalho”, com capítulos que abordam sobre a economia brasileira nos séculos XVIII e XIX, relações de consumo e ciclos de produção de objetos e alimentos, foi o que apresentou maior número de episódios nos quais se identificou aspectos CTS, com 18 menções, seguido do tema “Brasil: um país em construção”, que discute sobre a vida no Brasil colonial, o trabalho escravo no campo e na cidade e noções de cartografia e coordenadas geográficas, com 15 ocorrências identificadas.

Por sua vez, no LD3, a temática “Em busca de uma vida melhor” que aborda acerca do processo de imigração em massa para o Brasil, a cultura do café, a vida dos imigrantes, os fluxos migratórios no Brasil e o êxodo rural, teve maior representatividade em relação à frequência de indicadores da dimensão A, com 23 episódios identificados. O tema “Água” apresentou 20 trechos nos quais foram identificados indicadores CTS. A temática “Desequilíbrios na natureza”, que trata de alguns problemas ambientais e as relações do ser humano com o ambiente e com outros seres vivos apresentou 16 menções relativas aos aspectos CTS.

Observou-se que a temática “Tecnologia e sociedade”, do LD1, contemplou o maior número de indicadores em relação aos demais temas tratados nesse e nos demais livros analisados. Dos 23 indicadores da dimensão A, 14 foram identificados nos textos dessa unidade. Na abordagem desse tema, a obra didática salientou a presença da ciência e da tecnologia na sociedade, pois esse indicador - A18 - teve a maior ocorrência com 9 episódios identificados. Encontraram-se, também, 7 trechos correspondentes ao indicador A19 – que, além de fornecer exemplos da ciência e

tecnologia no cotidiano, traz informações de cunho científico. Outro aspecto enfatizado foram as implicações da ciência e da tecnologia no meio social (indicador A21, com 6 episódios identificados), com desdobramentos importantes como a influência das tecnologias no cotidiano; o impacto das tecnologias em diferentes contextos (indústrias, saúde, meio ambiente); os benefícios, os limites e as consequências dos usos dos produtos e/ou resultados da ciência e da tecnologia.

Tal abordagem destacou que o desenvolvimento tecnológico afeta a sociedade, mas não houve preocupação em mostrar que a sociedade também influencia o desenvolvimento científico-tecnológico. Ficou ausente da discussão desse tema, o entendimento de que determinados grupos sociais, a partir de seus valores e interesses, condicionam os rumos do desenvolvimento científico-tecnológico. Desse modo, em termos de participação social, tanto na abordagem desse tema específico, quanto na abordagem dos demais temas, nesse livro e nos outros dois analisados, os textos sinalizam uma compreensão de que à sociedade cabe apenas um papel de usuária, que vai definir um bom ou mau uso para os resultados e/ou produtos científico-tecnológicos, em uma proposta que Auler (2011) denomina de “pós-produção”. De acordo com esse autor: “fazer uma avaliação apenas dos impactos pós-produção significa manter intocável, fora do alcance de uma análise crítica, o pano de fundo. Significa abster-se do essencial, focalizando o periférico” (AULER, 2011, p. 86).

Isso não quer dizer que a avaliação pós-produção não deva acontecer. Pelo contrário, problematizar os impactos da ciência e da tecnologia é fundamental e nas propostas educativas é importante que se dê atenção a esse aspecto. Por outro lado, é necessário avançar, o que significa que a crítica também precisa ser direcionada aos processos, mostrando que as relações CTS são mútuas, que não há neutralidade no processo de concepção e produção científico-tecnológica e a participação social deve envolver interferências no contexto das esferas políticas para ciência e tecnologia, no sentido de que essas venham corresponder às necessidades da maioria da população e não apenas uma participação limitada à definição dos usos da ciência e da tecnologia e na redução de impactos negativos de produtos já prontos (STRIEDER, 2012; STRIEDER; KAWAMURA, 2014; ROSA; AULER, 2016).

Além disso, na abordagem do tema “Tecnologia e sociedade”, do LD1, houve silenciamentos em relação: à história da ciência que, reconhecidamente, é essencial para desvelar a sua condição de empreendimento humano, carregado de valores, de incertezas, com percursos nos quais estão presentes dificuldades, erros e acertos (CACHAPUZ *et al.*, 2011); aos relatos de pesquisa em andamento; às inter-relações entre os conhecimentos científicos e tecnológicos. Também não se apresentaram argumentos e pontos de vistas conflitantes sobre questões relativas à ciência e tecnologia, nem se fizeram referências aos valores e interesses sociais que direcionam as decisões em ciência e tecnologia. E ainda na abordagem desse tema, apresentaram-se visões de tecnologia de formas variadas e contraditórias. Sendo assim, mesmo entre o tema que mais explorou aspectos das relações CTS, questões centrais para a superação de determinismos e de uma visão de ciência e tecnologia neutras e a-históricas foram omitidas.

Relativamente ao tema “Brasil: vida e trabalho” - que mais manifestou indicadores CTS no LD2 - também ganhou destaque a citação de exemplos de inovações tecnocientíficas no cotidiano (indicador A18, com 6 menções). Na abordagem do tema “Em busca de uma vida melhor”, do LD3, das 23 ocorrências identificadas, 13 referiram-se à sociedade como instituição humana, com diferentes culturas e valores (correspondente ao indicador A13) e 5 referências foram relativas aos exemplos da presença da ciência e da tecnologia (indicador A18). Assim como na discussão do tema “Tecnologia e sociedade” do LD 1, observou-se nesses dois livros, uma abordagem unidirecional da relação CTS, com foco nos efeitos da ciência e tecnologia sobre a sociedade e silenciamentos em relação aos valores e interesses subjacentes à concepção e produção científico-tecnológica.

Foram identificadas, também, omissões na abordagem dessas temáticas quanto à contextualização histórica da produção científica; dos relatos de pesquisas em desenvolvimento e suas motivações, incertezas e implicações; das inter-relações entre ciência e tecnologia; da apresentação de pontos de vistas diferentes sobre o tema em estudo; dos valores e interesses sociais que condicionam o desenvolvimento científico-tecnológico, entre outros aspectos.

Esse tipo de abordagem, por omissão, acaba por reforçar uma concepção ingênua de ciência e tecnologia e de suas inter-relações com a sociedade, no

sentido de que não colabora para a superação de uma visão pretensamente neutra e do determinismo científico-tecnológico.

No que se refere às propostas de atividades, no LD1, o tema que apresentou maior frequência de indicadores de aspectos CTS na dimensão A – “Tecnologia e sociedade” – foi o que também apresentou maior número de propostas nas quais foram identificadas indicadores da dimensão B. Das 10 atividades que explicitamente contemplaram indicadores da dimensão B nessa obra, todas foram localizadas nesse tema. Entre as demais temáticas do LD1, as atividades efetivamente não estimularam contemplaram relações CTS, pois apresentaram apenas de modo implícito aspectos da tríade CTS.

Situação semelhante foi observada no LD2. Dos quatro temas abordados na obra, dois não apresentaram atividades que claramente abordaram relações CTS e um tema (“A vida no planeta Terra”) não apresentou nenhuma atividade voltada para as questões CTS. O tema “Brasil: vida e trabalho” - que mais manifestou indicadores CTS na dimensão A - apresentou somente três propostas de atividades que explicitaram aspectos CTS.

Já no LD3, no tema “Em busca de uma vida melhor”, foi localizada apenas uma atividade explicitamente voltada para a compreensão de aspectos CTS. Entre os outros temas abordados nessa obra, poucas atividades explícitas com enfoque CTS foram apresentadas. Na temática “Desequilíbrios na natureza”, por exemplo, que apresentou o maior número de atividades com vinculação aos aspectos CTS, de 20 atividades identificadas, apenas 3 manifestaram explicitamente questões CTS. A abordagem unidirecional das relações CTS também se sobressaiu entre as propostas de atividades sugeridas nos livros, conforme será discutido a seguir, na apresentação dos resultados por categoria.

6.2 NATUREZA DA PRÁTICA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

A categoria “Natureza da prática científico-tecnológica” contempla 12 itens – denominados indicadores - que se reportam às características da natureza da atividade científico-tecnológica. Portanto, sinalizam as interfaces ciência e tecnologia relacionadas entre si e com o meio social que, no seu conjunto, expressam uma

visão de ciência e tecnologia como empreendimento humano, socialmente construído e vinculado às questões de ordem social, política, econômica e cultural.

A análise detalhada dos dados permitiu verificar, para além da presença, ausência ou frequência com que determinadas características foram referenciadas, os modos pelos quais os livros didáticos abordaram essa dimensão. Os resultados mostram que há variações quanto à presença e frequência dos aspectos investigados, assim como, há omissões e diferentes abordagens sobre um mesmo aspecto, conforme explicitado a seguir.

A partir da leitura do quadro 14, é possível verificar que determinados aspectos relacionados à natureza da prática científico-tecnológica foram totalmente omitidos nos livros analisados e entre os aspectos abordados, o número de referências foi pouco expressivo. Entre os 12 indicadores elencados, foi a contextualização da produção do conhecimento científico (correspondente ao indicador A1) que recebeu maior atenção, apresentando um número de registros acima dos demais, embora se observe variações entre as obras analisadas, ou seja, nessa categoria, o indicador A1 foi o mais identificado nos LD2 e 3, o mesmo não ocorreu no LD1. Além disso, a apresentação dos aspectos contextuais foi muito variável nos livros, sendo possível identificar situações que restringiram-se a breves menções e, em outras, houve um detalhamento das condições sócio-históricas.

**Quadro 14 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra na categoria
Natureza da prática científico-tecnológica**

Categoria	Trechos LD		Indicadores												Total
			A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	
Natureza da prática científico- tecnológica	LD 1	E	2	1	-	-	2	2	4	2	-	4	-	1	18
		I	-	-	1	-	3	-	-	-	-	1	-	1	6
		Total	2	1	1	-	5	2	4	2	-	5	-	2	24
	LD 2	E	8	2	2	-	-	3	-	-	-	3	-	-	18
		I	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	5
		Total	8	3	2	-	1	3	-	-	-	3	-	3	23
	LD 3	E	7	-	2	-	-	3	-	-	-	1	-	-	13
		I	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
		Total	7	1	2	-	-	3	-	-	-	2	-	-	15
	Total geral		17	5	5	-	6	8	4	2	-	10	-	5	62

Fonte: Autoria própria

Uma análise pormenorizada revelou que de modo geral, no LD1, a evolução do conhecimento científico foi apresentada relacionando-a ao progresso tecnológico, sendo omitido o contexto sociocultural e histórico, os êxitos e equívocos cometidos, os debates e as mudanças que ocorreram em relação ao pensamento e às teorias científicas aceitas, como pode-se observar nos exemplos a seguir:

Os cientistas conseguiram grande quantidade de informações que nos ajudam a compreender o Universo com o auxílio de instrumentos e tecnologias avançadas, como observatórios com potentes telescópios, estações espaciais, satélites e antenas que captam sinais das estrelas (LD1, p. 20).

Para obter dados sobre regiões do Universo [...] os cientistas criaram equipamentos e instrumentos que podem ser enviados ao espaço, para além da atmosfera, como o telescópio Hubble e as sondas Voyager e Pioneer. O telescópio [...] (LD1, p. 254).

Excetua-se da situação anterior, apenas duas referências vinculadas a uma situação particular, uma incluída no livro do aluno e outra nas informações adicionais que só o professor tem acesso, como mostram as citações a seguir:

[...] Até o início do século 17, acreditava-se que a Terra ficava imóvel no centro do Universo e que o Sol, os planetas e as estrelas giravam ao seu redor. [...] A hipótese de que o nosso planeta estava no centro do Universo constava nas escrituras sagradas e era defendida pelos padres. Como eles eram os maiores detentores de conhecimento, quem ousaria duvidar? O cientista que imaginou um universo diferente do que a Igreja pregava foi o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). Segundo sua teoria, o Sol estava no centro do Universo e os planetas giravam ao seu redor. Na época, Copérnico não conseguiu provar que o universo se organizava dessa maneira. Mesmo assim, foi advertido pela Igreja por estar se intrometendo em assuntos religiosos. Quem primeiro verificou que o Universo era bem diferente daquele que a Igreja aceitava foi o cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642) [...] (LD1, p. 33).

Copérnico, astrônomo polonês, imaginou um modelo de Sistema Solar diferente do que era estabelecido pelos religiosos da época; ele disse que o Sol é que ficava no centro do Universo [...] Galileu, cientista italiano, influenciado pelas teorias de Copérnico, conseguiu verificar que elas estavam corretas (LD1, p. 33).

Nos excertos supracitados, apresentou-se uma contextualização histórica do processo de produção científica, revelando o pensamento da época e a influência da religião sobre a prática científica.

No LD2 e 3, em algumas situações, o processo de produção do conhecimento foi retratado com referências aos contextos sociais, mudanças teóricas, incertezas e divergências. O detalhamento dos registros foi variável nesses materiais, sendo possível encontrar pequenas sentenças relativas à provisoriedade, equívocos e incertezas da ciência ou textos mais detalhados, preocupados com os contextos sócio-históricos de produção do conhecimento. A título de exemplos apresentam-se alguns trechos:

[...] Muitos cientistas têm investigado a origem dos primeiros seres humanos que viveram aqui no nosso território, mas não chegaram a uma conclusão. Há muitos debates sobre esse assunto. Leia os textos sobre algumas pesquisas científicas e as diferentes datações (LD 2, p. 15).

Trabalhar com os alunos a divergência nas datações fornecidas pelas pesquisas científicas, comentando a convivência de várias teorias sobre o passado. Mostrar que é comum persistirem dúvidas, aspectos não esclarecidos pelos estudos (LD2, p. 313).

Os conhecimentos que temos hoje sobre os mapas são resultado de uma longa história. Sociedades muito antigas já faziam desenhos e mapas mesmo antes de desenvolverem a escrita. [...] Ao longo do tempo, as sociedades continuaram a fazer mapas, sempre procurando registrar [...]. Um grande salto na elaboração dos mapas ocorreu na Grécia antiga, há mais de 2500 anos. Ali, vários pensadores, como os matemáticos e os astrônomos – que estudavam os astros –, procuravam desenhar mapas para a navegação e para as expedições militares [...] (LD2, p. 152-153).

Depois do fim da Idade Média, a religião voltou a suprimir os banhos no Ocidente. Nos séculos XVI e XVII, irredutíveis cristãos bradavam que a água dilatava os poros da pele, por onde a água escaparia e o mal penetraria, em formas como a friagem e os germes. Todo mundo acreditou nisso, incluindo os médicos. [...] O iluminismo, que celebrava a razão e defendia a tese de que o mundo deveria ser esclarecido pela ciência, ajudou a fazer do ato de se lavar o símbolo da saúde. [...] Já cientes do bem que a água podia fazer pela saúde, médicos banhavam doentes à força em hospitais (LD3, p. 212).

Realizar uma contextualização social e histórica do processo de produção da ciência é fundamental para a compreensão de que está em constante transformação, é questionável, incerta e não representa o conhecimento absoluto. Além disso, permite mostrar que a ciência é um processo de construção social, sofre influências desse meio, assim como, gera impactos sobre ele e como toda atividade humana, contem erros e acertos (CACHAPUZ *et al.*, 2011).

Todavia nos livros analisados há poucas iniciativas de inserção sobre a contextualização histórica da ciência.

Via de regra, observou-se nos três livros didáticos analisados, inserções genéricas sobre os cientistas, como nos exemplos a seguir: “Os cientistas afirmam que no Universo existe um número muito grande de astros [...]” (LD1, p. 20); “Os vulcões ajudaram muito os cientistas a imaginarem como é o interior do nosso planeta [...]” (LD2, p. 86); “Tempos depois, os pesquisadores desconfiaram que as doenças podiam ser causadas por seres invisíveis a olho nu [...]” (LD3, p. 34).

Por um lado, essa abordagem genérica a respeito dos cientistas sinaliza uma ideia de que essa atividade não é realizada por um único sujeito, iluminado, que sozinho faz suas “descobertas”. Por outro, esse tratamento não desvela um aspecto essencial: a ciência é feita por gente; gente que possui crenças, valores, pontos de vistas e interesses (HODSON, 1998). Além disso, traz uma ideia de ciência feita por homens, uma vez que os excertos identificados nas obras enfatizam o gênero masculino.

Em determinados trechos dos livros didáticos analisados, a produção do conhecimento foi atribuída a cientistas específicos, com menções aos seus nomes, mas, na grande maioria, não houve nenhuma referência a quem são esses “pesquisadores”. Referências aos dados biográficos, por exemplo, foram localizadas em apenas um dos livros analisados (LD2) e com uma única inserção.

No LD1, em algumas ocasiões, as referências aos cientistas apareceram vinculadas ao uso de expressões como “maluco” ou atribuindo-lhe a “paternidade” de um determinado avanço ou, ainda, ao lado de expressões que enaltecem suas capacidades, tais como “conseguiram”, “estudiosos”, “sabem muito”.

Esse tipo de abordagem pode reforçar uma imagem estereotipada e ingênua do cientista como alguém “louco”, “gênio”, que sabe tudo. Ao contrário disso, o que se espera da escola e, pode-se acrescentar, o que se espera dos materiais didáticos nela utilizados, é que sejam meios de construção de uma visão coerente, crítica e humanizada da ciência e do cientista. Ou seja, espera-se que essa concepção de cientista como gênio e do empreendimento científico como atividade reservada a poucos, os “iluminados”, seja desmistificada e em seu lugar seja retratada uma ciência real, fruto do trabalho coletivo de sujeitos comuns, portanto, atividade não neutra e na qual “não faltam confusões nem erros, como os dos próprios alunos”, conforme destacado por Cachapuz *et al.* (2011, p. 42).

De acordo com Reis, Rodrigues e Santos (2006), isso demanda um trabalho sistemático em sala de aula acerca das ideias sobre a natureza da ciência, as (os) cientistas e as inter-relações CTS, de modo que os alunos sejam capazes de analisar criticamente as imagens e informações divulgadas pelas diversas mídias, as quais, muitas vezes, colaboram para uma visão distorcida da ciência e do(a) cientista. Os autores observam que isso será possível se os professores tiverem uma formação consistente, a fim de que eles próprios superem concepções estereotipadas e apropriem-se de uma visão crítica, real e humana da ciência.

Nesse ponto, os livros didáticos poderiam trazer contribuições valiosas se colaborassem para veicular essa imagem real da ciência e do(a) cientista, pois trata-se de materiais presentes em todas as salas de aula, cujos conteúdos carregam concepções sobre a natureza da ciência, o cientista e seu papel na sociedade (MARTINS, 2012) e, também, em maior ou menor medida, colaboram na formação continuada dos professores (SELLES; FERREIRA, 2004; FREITAS, 2008; PINHÃO; MARTINS, 2013, entre outros).

A presença de textos que revelam a produção do conhecimento científico-tecnológico como atividade social, cujos avanços demandam trabalho de vários sujeitos e instituições (correspondente ao indicador A2), foram localizadas nos três livros analisados, mas de modo pontual. Como pode ser observado no quadro 14, o

LD1 apresentou 1 referência; o LD2, 3 ocorrências e o LD3 1 citação. A título de exemplos, incluem-se a seguir, dois episódios explícitos sobre esse aspecto:

Por volta de 1417, um príncipe português, o Infante Dom Henrique, reuniu na vila de Sagres, em Portugal, um grupo de navegadores, cientistas e cartógrafos. Colaborando uns com os outros, eles desenvolveram novas técnicas de navegação, desenharam mapas mais exatos e adaptaram as embarcações para viagens longas e difíceis (LD1, p. 94).

Thomas Newcomen (1663-1729), ferreiro inglês, inventou uma máquina a vapor (uma bomba) para esvaziamento da água de infiltração das minas [...]. Em 1769, o engenheiro escocês James Watt (1736-1819) aperfeiçoou a máquina de Newcomen, o que permitiu aplicações na indústria e o desenvolvimento de novas máquinas que impulsionaram a Revolução Industrial (LD2, p. 195).

Nota-se que esses excertos colaboram para a superação de uma “visão individualista e elitista da ciência”, discutida por Cachapuz *et al.* (2011), pois expressam a produção científica como processo realizado por vários sujeitos, em um trabalho coletivo, de intercâmbios entre pesquisadores e técnicos. O segundo excerto, por exemplo, claramente aponta a contribuição dos técnicos, ao mencionar que a máquina a vapor foi construída por Newcomen, que era um ferreiro. “Isso questiona a visão elitista socialmente assumida, de um trabalho científico-intelectual por cima de um trabalho técnico” (CACHAPUZ *et al.*, 2011, p. 42).

Todavia predominou nos livros didáticos analisados uma menção genérica às comunidades de pesquisa, mediante o uso de expressões como “os cientistas”, “os pesquisadores”, “os biólogos”, etc. que enaltecem a participação dos homens no desenvolvimento científico e silenciam quanto à presença e participação das mulheres na ciência; e embora não apresentem “o cientista” solitário em suas tarefas, pouco auxiliam para a compreensão da produção científico-tecnológica como processo realizado por várias pessoas e instituições. Além disso, com raras exceções, os excertos encontrados silenciaram quanto à dinâmica de trabalho dos cientistas, os confrontos entre teorias/dados e os processos complexos de mudanças.

Sobre essa questão, no LD3 foi encontrado episódio que apesar de sinalizar que o trabalho “dos cientistas” não é solitário, revela uma visão simplista, linear da ciência:

O trabalho dos cientistas do passado serve de base para o trabalho de cientistas atuais, e assim o conhecimento é ampliado e reformulado ao

longo do tempo. O conhecimento sobre a fotossíntese das plantas, por exemplo, é resultado da soma do trabalho de diversos pesquisadores, ao longo do tempo. O texto a seguir traz um pouco mais sobre essa ideia (LD3, p. 217).

Observa-se nesse trecho que a ciência é vista como acúmulo de conhecimentos ao longo do tempo, ignorando as relações entre teorias, as controvérsias, os confrontos entre teorias/dados, silenciando as crises e a existência de processos complexos de mudanças. Colabora, desse modo, para reforçar uma visão deformada, acumulativa e linear da ciência, como discutido por Cachapuz *et al.* (2011).

Nos livros didáticos 1 e 2, identificaram-se trechos nos quais foi atribuído papel destacado às “provas”, às “evidências”, à “experimentação” e ao “método científico”. No LD1, a ciência foi apresentada como atividade objetiva, baseada na experimentação e na aplicação do método científico. No LD2, as “evidências” foram ressaltadas no processo de produção do conhecimento, no qual a atividade do cientista foi comparada com a de um detetive, buscando “vestígios” para desvendar seu objeto de estudo, como pode ser observado nos excertos a seguir:

[...] os estudos científicos, pautados no método e na experimentação [...] (LD1, p. 247).

[...] a ciência constitui uma forma de conhecimento caracterizada pela objetividade e universalidade de suas premissas e de suas conclusões e pela ampla aceitação de seus métodos de investigação. Isso não quer dizer que os resultados de determinada pesquisa científica sejam inquestionáveis [...] (LD1, p. 282).

Cada cientista é um pouco ‘detetive’ e vai à procura dos vestígios específicos da sua área de estudo (LD2, p. 11).

Com base em evidências e outros estudos, os pesquisadores fizeram um modelo sobre como seria o planeta. Um modelo é uma explicação baseada em evidências. Se novas evidências surgem, os pesquisadores refazem o modelo (LD2, p. 86).

Essas referências à atividade científica, sobretudo às localizadas no LD1, apesar de reconhecerem a provisoriedade da ciência, são reveladoras de uma visão de ciência objetiva, socialmente neutra, apoiada no método científico e em princípios de aplicação universal. Tais características remetem à concepção tradicional ou herdada da ciência (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p.14), na qual “a ferramenta intelectual responsável por produtos científicos [...], é o chamado ‘método científico’. Esse, por sua vez,

consistiria de um algoritmo ou procedimento regulamentado para avaliar a aceitabilidade de enunciados gerais baseados no seu apoio empírico e, adicionalmente, na sua consistência com a teoria da qual devem formar parte (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 14).

O LD2, embora não mencione o “método científico” e faça referência à construção de modelos pautados em estudos já realizados, silencia quanto à inexistência de uma sequência rígida de etapas e omite-se de explicar que a ciência não envolve, necessariamente, um processo apoiado em observações ou em busca de “evidências” como mostrado nos textos, ao abordar o trabalho dos arqueólogos, geólogos e paleontólogos. Ou seja, ao fazer referência ao trabalho dos cientistas, o material didático deixou de mostrar a ciência como um processo social no qual há “tentativas de resposta”, e no qual “não existem princípios normativos de aplicação universal, para a aceitação ou rejeição de hipóteses ou, mais em geral, para explicar as trocas mudanças nos conhecimentos científicos” (CACHAPUZ *et al.*, 2011, p. 46). Esse tipo de abordagem pode conduzir a uma compreensão limitada, ingênua e deformada da ciência e do seu processo de produção.

Nos materiais didáticos analisados, verificou-se uma preocupação com a apresentação do conteúdo, com o saber escolar. Discussões sobre pesquisas já concluídas, com a explicitação dos métodos, etapas das pesquisas, bem como as motivações e resultados dos estudos (correspondente ao indicador A3), que contribuiriam para um entendimento a respeito do processo de produção da ciência, tiveram pouquíssimas inclusões. Pela consulta ao quadro 14, pode-se observar que no LD1 não foi localizada nenhuma referência explícita desse indicador; o LD2 e o LD3 apresentaram somente 2 citações cada um. Com exceção de uma ocorrência no LD3, na qual apresentaram-se as razões do estudo, os procedimentos metodológicos, os resultados e os usos pela sociedade, os demais trechos identificados nesse e nos outros livros analisados foram superficiais, limitando-se a apresentar apenas os resultados obtidos ou os resultados e os métodos/critérios utilizados na pesquisa.

Além disso, discussões de pesquisas em andamento, com explicitação das motivações para a investigação de um determinado problema e não de outro, as incertezas, os riscos e as implicações envolvidas (indicador 4) – fundamentais para a compreensão de ciência e tecnologia atreladas ao contexto social – não foram

localizadas em nenhum dos materiais estudados. As poucas inserções de relatos de pesquisa abordaram somente estudos já finalizados.

Cabe ressaltar a pouca importância atribuída ao processo de produção do conhecimento científico nas obras analisadas, refletida pela escassez de referências sobre esse tema nos livros o que, como lembra Quesado (2012, p. 93), também colabora para uma visão da natureza da ciência e pode proporcionar “um entendimento não-processual desta atividade, e o reforço a uma ideia de que o valor da Ciência está em seu fim, em seu objeto final”.

Outro aspecto negligenciado nos materiais investigados, foi a apresentação do conhecimento científico como uma, entre outras formas de conhecimento – correspondente ao indicador A5. Apenas no LD1 foi localizada referência explícita a esse aspecto, com 2 menções. O LD2 apresentou uma citação implícita e o LD3 não fez nenhuma referência a esse aspecto.

O excerto retirado do LD1 (p. 104): “atualmente, muitos laboratórios farmacêuticos utilizam os conhecimentos dos indígenas brasileiros sobre plantas medicinais para produzir medicamentos”, exemplifica uma citação explícita sobre esse aspecto. Entretanto, na continuidade do parágrafo, declarou-se: “a eficácia de algumas dessas plantas já foi comprovada cientificamente”. Essa afirmação, se não discutida com os alunos, pode realçar um entendimento de que para ter validade, o conhecimento precisa ser “comprovado pela ciência”, fornecendo um status de superioridade ao conhecimento científico.

Já a citação: “em 2004, nenhuma tecnologia evitou as 226 mil mortes causadas pelo *tsunami* na Ásia. Seis tribos, porém, escaparam após perceber mudanças no canto de pássaros e na conduta de animais marinhos”, ilustra uma referência encontrada no LD2 (p. 333), na qual implicitamente indica a existência de uma outra forma de conhecimento para além do conhecimento científico-tecnológico. Apesar do reconhecimento implícito de que as tecnologias de previsão do tempo falharam, mas as tribos sobreviveram a partir da aplicação dos seus saberes, o modo como o texto referiu-se a esse conhecimento dá a ideia de algo inferior, que nem chega a ser considerada uma forma de conhecimento, pois o título já anunciava: “Será que funciona? Formas inusitadas de adivinhar o clima” (LD2, p. 332). Ou seja, o título questiona a validade desse conhecimento e ainda o caracteriza como forma de “adivinhação” e não como forma de conhecimento

desses povos, reforçando uma ideia de que só a ciência e a tecnologia são válidas e nelas as pessoas podem depositar sua confiança absoluta.

A análise pormenorizada dos textos dos livros didáticos revelou que por expressões declaradas ou por silenciamentos, o conhecimento científico não foi retirado do seu pedestal, isto é, não foi questionada a sua supremacia, tampouco foram valorizadas outras formas de conhecimento.

Referências relativas à contextualização do processo de produção de tecnologias (indicador A6), embora em número reduzido nos livros analisados (2 citações no LD1; 3 menções no LD2 e 3 ocorrências no LD3), apresentaram aspectos contextuais importantes, favorecendo a compreensão dos aspectos sociais, culturais e históricos que permeiam e influenciam o desenvolvimento tecnológico. O trecho a seguir exemplifica uma abordagem contextualizada da discussão do subtema “água e saúde” no LD3, na qual foi apresentada a história do banho:

[...] Os romanos herdaram muito da cultura da Grécia, incluindo a adoração pelo banho. Mas, entre eles, esse hábito tomou proporções inéditas. Enquanto construíam um dos maiores impérios de todos os tempos, os romanos levavam a suntuosidade de suas termas (enormes balneários públicos) aos mais diversos lugares. Por causa disso, algumas cidades europeias ganharam nomes que incluem, literalmente, a palavra ‘banho’ [...]. A engenharia romana teve que se desdobrar para acompanhar o frenesi dos banhos. Na onda das termas surgiu o hipocausto, uma espécie de assoalho construído sobre câmaras de gás subterrâneas. Esse sistema ajudava a esquentar os cômodos e mantê-los climatizados. [...] Ao redor de um pátio central, havia uma espécie de sauna, um vestiário e piscinas de água quente, morna, fria e ao ar livre. Os complexos de banho do Império Romano tinham ainda jardins, bibliotecas e restaurantes (como se fossem antepassados dos *spas* e *resorts* de hoje). As visitas diárias às termas tinham fundo religioso, já que o banho público era um ato de adoração à deusa Minerva. E o costume não era restrito às classes mais abastadas [...] (LD3, p. 211).

Apontamentos acerca da tecnologia evidenciando que essa envolve a utilização do conhecimento científico e técnico (indicador A7), os quais colaboram para romper com a ideia da tecnologia como mera aplicação da ciência para a construção de artefatos, foram identificados em apenas um dos livros analisados (LD1, com 4 referências). Os excertos abaixo ilustram esse aspecto:

A associação das técnicas de navegação com os conhecimentos científicos disponíveis na época tornou possível a realização de importantes viagens de longa distância (LD1, p. 94).

A tecnologia pode ser definida como um conhecimento ao mesmo tempo técnico e científico cujos resultados podem ocorrer, por exemplo, na forma de práticas, processos, máquinas, ferramentas etc. Enquanto a técnica implica a aplicação de regras e procedimentos para alcançar determinados objetivos, a tecnologia avança, incorporando conhecimentos científicos ao conhecimento técnico (LD1, p. 281).

O trecho supracitado reconhece que a tecnologia engloba não somente artefatos, mas práticas, processos (correspondente ao indicador A8), além de explicitar que ela envolve tanto conhecimentos técnicos, quanto científicos (indicador A7).

O excerto a seguir é outro exemplo do indicador A8 contemplado no LD1:

Quando falamos de tecnologia, pensamos logo em aparelhos eletrônicos, como o computador. Mas há outras tecnologias que contribuem para que as pessoas sejam mais saudáveis. Uma delas é a tecnologia das plantas medicinais. [...] Outra tecnologia importante para o bem-estar das pessoas tem sido desenvolvida no campo por agrônomos e agricultores. É a tecnologia da agricultura orgânica ou biológica. Esse tipo de agricultura não usa produtos químicos, como agrotóxicos e certos fertilizantes. Também não usa produtos transgênicos (LD1, p. 104).

Observou-se que, com poucas exceções, as obras analisadas limitaram-se a enumerar exemplos da presença dos artefatos tecnológicos no cotidiano. Inclusão de textos mostrando a tecnologia como prática que engloba aspectos técnico, organizacional e cultural (indicador A8), por exemplo, foram detectados somente no LD1, com 2 referências ao indicador A8; inserções que manifestem a interdependência da ciência e da tecnologia, mostrando que a ciência pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico (correspondente ao indicador A9) não foram localizadas em nenhuma das obras analisadas.

Cabe destacar que diferentemente dos livros didáticos 2 e 3, o LD1 manifestou uma preocupação em apresentar uma definição de técnica e tecnologia para os estudantes e professores. No decorrer da unidade temática dedicada especialmente a esse assunto, apresentou-se uma distinção entre técnica e tecnologia.

A técnica foi relacionada à busca pela transformação da natureza tendo em vista o anseio humano por uma vida melhor, como ser observado nos excertos a seguir:

Ao longo do tempo, os seres humanos desenvolveram diferentes maneiras de transformar a natureza. Enquanto algumas técnicas surgiram e se desenvolveram, outras deixaram de ser utilizadas (LD1, p. 92).

Uma das principais características humanas é o uso consciente de instrumentos. Alguns animais [...]. Entretanto, somente o homem planeja as mudanças, ou seja, desenvolve a ideia da mudança na mente antes de colocá-la em prática (LD1, p. 93).

Para usar ferramentas e transformar a natureza, o ser humano cria procedimentos que orientam as ações para alcançar um resultado. O conjunto desses procedimentos é conhecido como técnica (LD1, p. 93).

Essa visão vai ao encontro da abordagem feita por Vargas (1994). Para o autor, o que caracteriza o ser humano é a utilização da técnica e da linguagem. Em suas palavras: “só é humano aquele que possui a capacidade de comunicar pela linguagem e a habilidade de fabricar utensílios pela técnica” (VARGAS, 1994, p. 171). Desse modo, a “essência” da técnica estaria relacionada à busca em adaptar a natureza em atendimento ao desejo de viver melhor.

A tecnologia, por sua vez, foi apresentada no LD1 de formas variadas. De modo mais frequente esteve centrada nos artefatos, com a exemplificação da presença desses no cotidiano⁶⁷. Mas, também, foi vinculada ao saber técnico e científico para resolver problemas de ordem prática (referente aos trechos identificados neste trabalho como representativos do indicador A7).

Em outras situações, o termo tecnologia foi associado ao estudo da técnica ou conjunto e estudo de técnicas. Os trechos reproduzidos na sequência são ilustrativos dessa abordagem: “O estudo das técnicas e sua capacidade de transformar e construir coisas é chamado de tecnologia” (LD1, p. 93). “Tecnologia é o conjunto e o estudo das técnicas” (LD1, p. 100). “A tecnologia não envolve somente instrumentos ou aparelhos. Ela é um conjunto de estudos e técnicas aplicados nas mais diversas áreas do conhecimento humano, entre elas, a química” (LD1, p. 112).

Esses significados de tecnologia aproximam-se de duas, das quatro distinções de tecnologia sistematizadas por Pinto (2005). Segundo o autor, o termo “tecnologia” tem sido utilizado de variadas formas, de modo que é possível distinguir quatro significados principais: 1) tecnologia compreendida como a teoria, ciência, o estudo da técnica: “as artes, as habilidades do fazer, as profissões e,

⁶⁷ Esse aspecto, correspondente aos indicadores A18 e A19, serão tratados mais adiante, na seção 6.4

generalizadamente, os modos de produzir alguma coisa” (PINTO, 2005, p. 219); 2) tecnologia correspondendo à técnica; 3) tecnologia como o conjunto das técnicas de uma dada sociedade; 4) tecnologia como ideologização da técnica: “pode-se dizer que a palavra tecnologia menciona a ideologia da técnica” (PINTO, 2005, p. 220).

Observa-se que os trechos retirados do LD1, citados anteriormente, estão mais próximos do primeiro e do terceiro significados propostos por Pinto (2005). Para esse autor, uma abordagem mais adequada considera a complexidade dos significados subjacentes ao termo, ou seja, a tecnologia como ideologização da técnica seria aquela que proporcionaria uma compreensão mais consistente, sendo possível a partir dessa perceber o mito presente na ideia de “sociedade tecnológica”.

Na visão deste teórico, a tecnologia se encontra vinculada a uma discussão sobre a técnica. Todavia a tecnologia não se resume à utilização ou ao estudo da técnica, mas a técnica nas relações entre humanos, nas interações sociais.

Entre as formas de se referir à tecnologia no LD1, foi possível identificar, também, excertos representativos de um entendimento de tecnologia como prática social (identificados neste trabalho como referências ao indicador A8). Contudo esse aspecto identificado em 2 citações refere-se a compreensões parciais, ou seja, mostra que a tecnologia envolve não somente instrumentos, ferramentas, mas práticas, processos, porém não expressam a tecnologia como fruto da interação social, na qual são considerados os saberes tecnocientíficos, os processos, os sistemas, os valores e a cultura – conforme definição proposta por Pacey⁶⁸ (1990 *apud* Santos e Schnetzler, 2010) na qual a compreensão de tecnologia envolve três aspectos: técnico, organizacional e cultural.

Desse modo, entende-se que as duas referências identificadas do indicador A8, representam compreensões parciais que omitem um aspecto essencial da produção tecnológica que é seu caráter social e que, por isso, incorpora valores, crenças e interesses.

Ainda no LD1 foram encontradas referências à tecnologia como aplicação do conhecimento científico, como pode ser identificado nos trechos reproduzidos a seguir:

Muitas pessoas relacionam a tecnologia somente a instrumentos ligados às telecomunicações e aos aparelhos eletrônicos, como os computadores,

⁶⁸ PACEY, A. **La cultura de la tecnología**. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

celulares, *tablets*, televisores etc. No entanto, é importante que os alunos reconheçam a tecnologia como um conjunto de conhecimentos científicos aplicados no trabalho (produção), por meio de instrumentos criados para diferentes objetivos (LD1, p. 284-285).

[...] Máquinas e equipamentos, o aprimoramento genético dos grãos e fertilizantes, por exemplo, só são possíveis por causa das contribuições do conhecimento científico, que, unido à técnica, produz tecnologia (LD1, p. 282).

Nesses excertos aparece uma definição de tecnologia como “subproduto da ciência” (CACHAPUZ *et al.* 2011). Essa visão manifesta duas ideias básicas de uma concepção limitada de tecnologia: primeiro, a ideia de que a tecnologia depende da ciência; segundo, a sua utilidade se expressa em produtos de natureza material (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003). Coincide com o ponto de vista da “tecnologia redutível à ciência” e, assim, “subjacente ao modelo linear do desenvolvimento”, conforme discutem Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2003, p. 40).

No LD1, verificaram-se algumas iniciativas de discussões sobre tecnologia, nas quais essa foi abordada de maneiras variadas e contraditórias: em algumas situações foi apresentada não como dependente da ciência, nem reduzida a um conjunto de artefatos, mas como conhecimento técnico e científico para a solução de problemas ou como processos, práticas; em outras, foi referenciada como estudo das técnicas ou conjunto e estudo de técnicas de uma sociedade e, ainda, foram localizadas referências de tecnologia como aplicação de conhecimentos científicos. Com maior frequência, a apresentação da tecnologia esteve centrada em simplesmente exemplificar a presença de artefatos no cotidiano.

Essa última, foi a abordagem identificada nos livros didáticos 2 e 3, que, diferentemente do LD1, não manifestaram qualquer preocupação em expor e esclarecer significados relativos à tecnologia.

Frente a isso, ressalta-se a necessidade de um olhar crítico para os livros didáticos e as concepções que neles são apresentadas. Entre as caracterizações incorporadas nas obras analisadas estão incluídas diferentes perspectivas sobre ciência e tecnologia; subjacentes a elas encontram-se visões ingênuas, pautadas em uma suposta neutralidade da ciência e da tecnologia, reforçadas, principalmente, por omissão, ou seja, por silenciamentos acerca dos valores e propósitos na concepção e produção da ciência e da tecnologia.

De modo pouco expressivo, observaram-se, nos três livros analisados, referências à ideia de que os conhecimentos e recursos tecnológicos podem auxiliar na produção e avanço do conhecimento científico (correspondente ao indicador A10). No LD1, identificaram-se 5 inserções; no LD2, 3 citações e no LD3, apenas duas. A título de exemplos, reproduzem-se, a seguir, dois episódios explícitos nos quais esse aspecto foi contemplado:

Com o aperfeiçoamento dos telescópios no século XX, os cientistas puderam estudar melhor esses aglomerados e descobriram que os astros de uma galáxia estavam todos ligados pela gravidade (LD1, p. 19).

[...] Com a invenção do microscópio, os cientistas descobriram os microrganismos. Depois, por meio de pesquisas, viram que alguns desses microrganismos podiam causar doenças (LD 3, p. 34).

Apesar de se tratar em sua maioria de inclusões superficiais, limitadas à citação de artefatos que contribuíram para determinados avanços científicos, são consideradas importantes na medida em que trazem uma ideia de interação entre ciência e tecnologia, que pode ser explorada pelos professores junto aos alunos. Por meio de exemplos, os docentes podem mostrar que a ciência e a tecnologia possuem particularidades, mas fazem parte de um processo no qual influenciam-se mutuamente, ou, dito de outro modo, há uma relação de interdependência entre ciência e tecnologia (CACHAPUZ *et al.*, 2011).

Estiveram totalmente ausentes dos textos dos livros analisados considerações que mostrassem que muitas questões envolvendo ciência, tecnologia e sociedade são controversas, isto é, despertam diferentes pontos de vista, dividem opiniões, diferentes grupos sociais manifestam explicações/argumentos conflitantes e apresentam propostas de resoluções antagônicas, as quais são fundamentadas em visões, crenças e valores incompatíveis e cujas questões são complexas e envolvem aspectos morais e éticos (REIS, 2013).

A apresentação desse aspecto (correspondente ao indicador A11) contribuiria para a compreensão da não neutralidade científico-tecnológica e também para superar o modelo de decisões tecnocráticas discutidas por Auler (2002), pois viria colocar em xeque a ideia de que o campo tecnocientífico seria suficiente para o entendimento e enfrentamento de problemas. Sabe-se que o conhecimento tecnocientífico é condição necessária, mas não é suficiente; existem

outras dimensões que precisam ser consideradas na concepção e construção científico-tecnológica, como as axiológicas e aquelas pertencentes a outros campos, como políticos, econômicos, entre outros.

Colocaria em xeque, portanto, a visão positivista de que o especialista seria o único capaz de resolver os problemas e que o faria de maneira neutra e a compreensão de que o conhecimento científico-tecnológico é absoluto, inquestionável e por si só seria suficiente para garantir decisões adequadas e coerentes.

No entanto esse aspecto não foi incorporado em nenhum dos livros estudados e essa omissão, somada a outras questões negligenciadas nos materiais, cria condições propícias para a manutenção de compreensões limitadas, embasadas na suposta neutralidade da ciência e da tecnologia e associadas às posições tecnocráticas.

E ainda, a ausência de apontamentos sobre os interesses, valores e relações de poder presentes na concepção e produção da ciência e da tecnologia (referente ao indicador A12) observada nas obras analisadas, igualmente pode reforçar a suposta neutralidade científico-tecnológica. Foram localizadas referências do indicador A12 apenas nos livros 1 (com 2 menções, sendo 1 explícita e 1 implícita) e no LD 2 (com 3 citações implícitas). O LD 3 não fez nenhuma referência a esse aspecto. A título de exemplos, insere-se a seguir, excertos relativos a esse indicador:

A vinda de colonizadores europeus para as terras que mais tarde seriam chamadas de Brasil introduziu mudanças no modo de explorar os recursos naturais. Os indígenas exploravam a terra principalmente para garantir a sobrevivência, enquanto o objetivo dos colonizadores europeus era explorar as riquezas naturais para obter lucro.

A extração de pau-brasil foi uma das primeiras atividades lucrativas desenvolvidas por europeus no Brasil. Mais tarde, outra atividade lucrativa foi a agricultura. Plantava-se, sobretudo cana-de-açúcar, mas também algodão e tabaco. Esses produtos eram levados para Portugal e outros países da Europa para serem vendidos (LD1, p. 75).

As navegações portuguesas tiveram início no século XV numa conjuntura de crise do sistema feudal, desenvolvimento comercial e expulsão dos mouros da Península Ibérica. [...] A partir de 1417, o Infante Dom Henrique promoveu em Sagres o intercâmbio de ideias e experiências entre navegadores, cartógrafos, astrônomos, matemáticos, construtores de navios etc. Esse intercâmbio criou condições para significativos avanços nas técnicas de produção de embarcações e instrumentos de navegação. Com os conhecimentos adquiridos em Sagres, os portugueses lançaram-se à navegação marítima (LD1, p. 282).

Para exportar o café, a produção cafeeira precisava ser transportada do interior carioca e paulista até o litoral, onde era embarcada nos navios para a Europa e os Estados Unidos. Foi nessa época que começou a construção da primeira ferrovia no Brasil, a Estrada de Ferro Mauá. [...] No ano seguinte, em 1855, foi criada outra ferrovia, que concorria com a primeira: a Companhia de Estrada de Ferro D. Pedro II [...] (LD 2, p. 232).

Na primeira unidade de análise supracitada, observa-se o apontamento explícito sobre os interesses econômicos que motivaram as mudanças na forma de explorar os recursos naturais, mostrando a divergência de propósitos entre a exploração da terra realizada pelos indígenas e pelos europeus. Na segunda, comparece a ideia de que o desenvolvimento tecnológico da época foi motivado por interesses econômicos de ampliação de mercados e de possibilidades de enriquecimento. E na terceira, a ideia de que os interesses da produção cafeeira impulsionaram o desenvolvimento tecnológico da área de transportes no Brasil. Nessas duas últimas referências, os interesses dos grupos sociais ficaram subentendidos nos textos. Nem mesmo nas orientações específicas para os professores foram destacadas claramente as influências da sociedade (ou melhor, de certos grupos hegemônicos) na concepção e produção científico-tecnológica, muito menos foram fornecidas orientações para os docentes problematizarem esse aspecto com seus alunos.

Desse modo, somente os professores mais atentos, com conhecimentos na área e conscientemente engajados na tarefa de desmistificar a produção de ciência e tecnologia aproveitarão essas inserções para problematizar e fazer seus alunos compreenderem que o desenvolvimento tecnocientífico é profundamente marcado pela sociedade, pois são os valores, os desejos de certos grupos que determinam o direcionamento, a concepção e a produção científico-tecnológica.

Embora os livros contemplem implicitamente e de modo pontual o indicador A12, o que predomina é o silenciamento em relação aos valores, aos propósitos políticos que estão presentes na concepção e produção científico-tecnológica.

Silenciar a respeito da seleção de demandas, das escolhas dos problemas a serem estudados e respondidos, os quais servem a diferentes interesses, não somente das (os) pesquisadoras (es) mas, principalmente, de determinados grupos sociais minoritários, pode realçar uma ideia comum, unidirecional da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, a qual entende que o desenvolvimento científico-

tecnológico afeta a sociedade, mas essa não influencia àquele, cabendo à sociedade o papel de mera receptora dos resultados/produtos científico-tecnológicos desenvolvidos.

E isso vem gerar condições para a perpetuação de uma concepção de ciência e tecnologia neutras, de um modelo decisório tecnocrático e de uma participação social, quando existente, limitada à avaliação de impactos pós-produção da ciência e da tecnologia, conforme já denunciado por pesquisas inspiradas pelo PLACTS (AULER, 2011; STRIEDER, 2012; ROSA; AULER, 2016 entre outras) que problematizaram de modo mais incisivo a questão da participação social.

6.3 NATUREZA DA SOCIEDADE

A categoria “Natureza da sociedade” contempla 3 indicadores, os quais remetem a uma visão de sociedade composta pela diversidade, na qual diferentes esferas sociais atuam e cujo contexto se encontra em permanente mudança. Com base nos indicadores, foi possível identificar como os livros didáticos analisados manifestaram aspectos culturais e de organização social relacionados à ciência e à tecnologia.

O quadro 15 sintetiza os resultados obtidos nesta categoria. Por meio da sua leitura, verifica-se que dos três indicadores foi o reconhecimento da sociedade como instituição humana, com diferentes culturas e valores (correspondente ao item A13) que ganhou destaque nas três obras analisadas, com uma representatividade acima dos demais indicadores dessa categoria.

Quadro 15 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra na categoria Natureza da Sociedade

Categoria	Trechos LD		Indicadores			
			A13	A14	A15	Total
Natureza da sociedade	LD 1	E	16	4	3	23
		I	-	-	1	1
		Total	16	4	4	24
	LD 2	E	5	-	1	6
		I	3	1	-	4
		Total	8	1	1	10
	LD 3	E	17	-	-	17
		I	1	1	1	3
		Total	18	1	1	20
	Total Geral			42	6	6

Fonte: Autoria própria

Essa presença expressiva do indicador A13 nos livros pode ser explicada pelo fato de que entre os critérios avaliativos das obras didáticas, elencados no Edital nº 2/2014 (BRASIL, 2014), esse aspecto é enfatizado, tanto entre os critérios eliminatórios comuns a todas as áreas, quanto entre os critérios eliminatórios específicos da área de ciências humanas e da natureza.

No âmbito dos critérios comuns a todas as áreas, a questão da diversidade cultural comparece, sobretudo, no detalhamento do primeiro critério que trata do “respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino fundamental” (BRASIL, 2014, p. 45). Nesse item, são citadas várias normativas oficiais e entre elas há um destaque para a consideração a respeito da história e da cultura afro-brasileira.

Entre os critérios eliminatórios específicos, pode-se verificar essa exigência nos seguintes requisitos avaliativos: “p) estimula o convívio social e o reconhecimento da diferença, abordando a diversidade da experiência humana e a pluralidade social, com respeito e interesse” (BRASIL, 2014, p. 63) e “ab) visa à formação de um cidadão do século XXI, pronto para aprender como bem utilizar e conservar os recursos naturais, respeitar os direitos humanos, a diversidade cultural e para lutar pela construção de uma sociedade mais justa, solidária, sem preconceitos e estereótipos” (BRASIL, 2014, p. 64).

Assim, pode-se afirmar que um fator determinante na incorporação de elementos nos livros didáticos é sua presença entre os critérios avaliativos oficiais.

Ou, dito de outro modo, se o aspecto a ser contemplado nas coleções estiver entre os requisitos obrigatórios, o mesmo tende a ser incorporado nas obras didáticas. O contrário também se confirma: os resultados desta pesquisa apontam que os pressupostos CTS - omitidos no Edital que regulamentou a avaliação dos livros didáticos do PNLD 2016 - foram negligenciados e/ou apresentados de modo superficial e pontual nas obras analisadas.

Contudo há casos em que mesmo sendo uma exigência, sua materialização nos livros não ocorreu a contento. Um exemplo é o seguinte critério específico das ciências humanas e da natureza, presente no Edital nº 2/2014: “g) reconhece a produção do conhecimento como atividade que envolve diferentes pessoas e instituições às quais se devem dar os devidos créditos” (BRASIL, 2014, p. 63). Esse requisito corresponde ao indicador A2 da matriz utilizada nesta pesquisa e, conforme discutido na seção anterior, esse aspecto foi identificado nos três livros analisados, mas de modo inexpressivo.

Essa constatação vai ao encontro de outras pesquisas já realizadas na área, as quais apontam que os livros didáticos não incorporam suficientemente as mudanças necessárias tão divulgadas pelos estudos em educação em ciências (LEÃO; MEGID NETO, 2006; AMARAL, 2006; ASSIS; PIMENTA; SCHALL, 2013). Em grande parte, isso se deve à não incorporação dos fundamentos da área de ciências entre os requisitos avaliativos oficiais (AMARAL, 2006; LEÃO; MEGID NETO, 2006; BASSO, 2013; RUPPENTHAL, MUENCHEN; SCHETINGER, 2014), pois sem uma exigência legal e explícita, a inserção das relações CTS, por exemplo, depende exclusivamente das concepções epistemológicas e educacionais dos responsáveis pela elaboração e edição dos livros. Isso reforça o quanto a política pública brasileira de compra e distribuição de materiais didáticos determina os livros didáticos que são disponibilizados nas escolas e o quanto interfere na qualidade dessas coleções.

O texto do LD1 reproduzido a seguir exemplifica a abordagem de aspectos culturais relacionados à ciência e à tecnologia, correspondente à identificação da presença do indicador A13:

Os costumes alimentares são diferentes de um povo para outro. [...] Os alimentos consumidos por esses povos nem sempre eram iguais. Algumas plantas e animais existiam apenas em certas regiões e, por isso, eram consumidos somente pelos habitantes locais. A manga, por exemplo, que

atualmente é consumida em diferentes continentes, tem origem asiática e, no passado, só era consumida pelos povos que viviam na Ásia. Há pouco mais de 500 anos, navegadores europeus começaram a explorar terras em outros continentes. Durante essas viagens, frutos, sementes e animais eram levados para outros lugares, onde os habitantes locais tinham acesso e podiam consumi-los (LD1, p. 47).

Nesse excerto, manifestou-se referência à diversidade cultural relativa à alimentação. Embora mencionem a historicidade do consumo de alimentos, apontando a ampliação do cardápio dos povos frente às possibilidades provenientes da navegação, não discutiram as implicações do desenvolvimento de técnicas e tecnologias de transporte na cultura alimentar da população. Em todo o subtema dedicado à alimentação não foi realizada referência às razões sociais e individuais relacionadas ao consumo de alimentos, nem aos fatores socioeconômicos, políticos e nutricionais que interferem na alimentação e saúde da população.

Já no texto que abordou sobre “territórios e sociedades indígenas”, o LD1 mencionou as mortes de indígenas ocorridas no processo de colonização e a aculturação desses povos, além de explorar sobre o modo de vida indígena – importante para a compreensão das diferenças culturais e da distinta relação que os índios têm com a terra. No entanto não há nenhuma referência aos problemas sociais atuais dos indígenas que vivem no Brasil. Em outros subtemas do LD1, nos quais foi identificada a presença de textos que abordaram sobre a sociedade com suas diversas culturas e valores, para além do discurso sobre a necessidade do respeito às diferenças, não se observou referências que conduzissem à uma reflexão crítica sobre a sociedade e seus problemas sociais contemporâneos.

O mesmo foi observado no LD2, ou seja, foram apresentadas informações e dado destaque ao respeito às diferenças culturais. Todavia não foi observada uma abordagem quanto às problemáticas sociais nos textos que versaram sobre a sociedade como instituição com diferentes culturas e valores.

Já no LD3, entre os 18 trechos identificados como representativos do indicador A13, encontraram-se 2 episódios que sinalizaram para problemas sociais. Esses episódios referem-se às orientações aos docentes, na discussão de questões relacionadas à libertação dos escravos e imigração. Na primeira, apresentam-se orientações para os professores quanto à necessidade de salientar para os alunos as condições desfavoráveis de vida dos libertos que viveram às margens da

sociedade; a existência de trabalhadores ainda hoje em condições análogas à escravidão e o necessário debate acerca do racismo, discriminação e preconceitos.

Quanto à imigração, nas orientações para os professores, o LD3 destacou a necessidade de uma abordagem atitudinal e não somente informativa, no sentido do reconhecimento e da valorização das culturas dos distintos grupos sociais que compõem o Brasil, sobretudo, de grupos historicamente marginalizados. O material trouxe à tona problemas atuais que precisam ser problematizados e refletidos com os estudantes, tais como as causas da imigração e as atitudes de países que dificultam a vinda de imigrantes, além de questões ligadas ao preconceito. Além disso, apresentou um texto que enfatizou que uma abordagem numérica para a compreensão dos fluxos migratórios brasileiros é importante, mas insuficiente, sendo imprescindível uma abordagem mais ampla, a partir da qual seja possível compreender as condições existenciais dos sujeitos.

Tais orientações revelam-se importantes por trazer à tona a necessidade do debate acerca de questões sociais contemporâneas, lembrando que a escola é um lugar privilegiado para discutir e compreender problemáticas reais e ampliar a visão dos estudantes na busca de possíveis soluções, a partir dos saberes das diversas áreas do conhecimento.

Sobre essa questão, Bazzo (2016) ressalta a responsabilidade dos educadores no desenvolvimento humano e tecnológico. Saliencia a necessidade de superação da passividade dos sujeitos perante os graves problemas que o mundo contemporâneo tem vivenciado como, por exemplo, a poluição do ar, a produção exacerbada de lixo, os problemas hídricos e energéticos, os desastres ecológicos, os problemas migratórios, as guerras, entre outros. Para o autor, a “equação civilizatória” a ser resolvida, tendo em vista a resolução dos problemas humanos, necessita que a educação assuma como objeto de estudo e trabalho as variáveis que permeiam o perverso e elitista processo civilizatório, a fim de contribuir para a formação de sujeitos mais críticos frente ao atual sistema capitalista e ao modelo insustentável de desenvolvimento tecnológico.

Infelizmente, nesse ponto, os livros didáticos analisados pouco têm contribuído. São raras as inserções que sugerem uma abordagem reflexiva e questionadora a partir de problemas enfrentados no contexto social global, nacional ou regional/local.

Quanto aos aspectos de organização social, as obras analisadas pouco retrataram que a sociedade é constituída por diversas organizações, associações, instituições públicas e privadas, empresas, grupos sociais organizados, cidadãos comuns (correspondente ao indicador A14 da matriz de análise). O LD1 apresentou 4 referências explícitas; o LD2 e o LD3 fizeram 1 única menção e implícita desse aspecto. Os dois exemplos, a seguir, mostram uma abordagem explícita e implícita do indicador A14:

Nas cidades são frequentes as lutas por melhores salários e condições de trabalho, que são geralmente organizadas por sindicatos de trabalhadores. Outras associações lutam por melhorias urbanas, como saneamento básico, iluminação pública, transporte de qualidade, segurança etc. Há ainda organizações que atuam em vários países, defendendo causas de interesse de toda a humanidade. Entre elas, destacam-se as que defendem o meio ambiente, como o Greenpeace e o WWF (LD1, p. 167).

[...] Sugerimos ampliar essa discussão, citando outras formas de participação dos cidadãos na administração do município, como o envio de cartas, e-mails e abaixo-assinados aos representantes, solicitando melhorias para o bairro ou para o município, e participação em ONGs, associação de moradores, associação de pais, professores e alunos, movimentos sociais e grupos de trabalhos voluntários (LD3, p. 247).

O primeiro trecho, do LD1, apresenta possibilidades de organização social que viabilizam a defesa de interesses e necessidades da população; o segundo exemplo ilustra uma abordagem identificada no LD3, na qual sugeriu-se aos professores o apontamento de diversas formas de participação dos cidadãos no município, mas não elencaram-se os temas/problemas cuja sociedade pode atuar, ficando apenas implícita a ideia de organização social como meio de participação em questões relacionadas à ciência e à tecnologia.

Ainda no LD1 foram identificados trechos que versaram sobre medidas para evitar o esgotamento dos recursos naturais, tais como a criação do Ibama e programas de educação ambiental promovidos por ONGs. Outra referência abordou sobre a Conferência da ONU sobre Ambiente Humano e a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio+20). E um trecho que, ao abordar sobre o impacto ambiental da instalação de uma usina hidrelétrica, mencionou sobre a criação de uma organização – o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) – movimento organizado em prol daqueles que tiveram que abandonar suas residências e recomeçar a vida em outra localidade.

Embora pouco frequente, a abordagem desse aspecto nos livros sugere questões relevantes. Considera-se que apresentar essas diferentes formas de organização social aos alunos favorece a compreensão de que o contexto social é composto pelo coletivo de distintos grupos sociais, os quais manifestam diferentes ideologias e defendem interesses igualmente diversos. É importante, sobretudo, para mostrar que cada grupo pode se posicionar diante de questões sociocientíficas e que as ações coletivas são mais efetivas para exercer pressão sobre governos na luta por um modelo societário que priorize a equidade social e a sustentabilidade ambiental.

Contudo a forma de apresentação desse aspecto adotada nos livros e sua incorporação escassa, pouco colaboram para a compreensão do papel da sociedade na efetivação de um modelo de sociedade diferente, sustentado em valores humanos e em bases ecológicas.

Hodson (2014) e Reis (2013) defendem que os alunos precisam aprender a participar socialmente e a promoção de exemplos bem sucedidos é uma estratégia importante. Os autores defendem que os exemplos de ações realizadas por pessoas comprometidas com os interesses coletivos, auxiliam os estudantes a identificar as diversas possibilidades existentes, os resultados gerados e a relevância da luta por um mundo mais justo e sustentável. Contribuem, portanto, para que eles se preparem para o envolvimento em ações responsáveis. Nesse quesito, os livros didáticos analisados ficam devendo.

Nas obras analisadas foram identificados poucos trechos que dão visibilidade para o fato de que na sociedade ocorrem mudanças científico-tecnológicas (referente ao indicador A15). Sobre essa questão, no LD1 foram localizadas 4 referências; 1 no LD2 e 1 citação implícita no LD3. Essas referências convergem no sentido de apresentar ou orientar o professor para a apresentação de tecnologias do passado e tecnologias atuais, de modo a apontar as diferenças entre elas e as mudanças na vida das pessoas.

O trecho retirado do LD1 ilustra a presença desse indicador:

Há cem anos, não havia telefone celular, televisão nem forno de micro-ondas. Atualmente, muitas pessoas já se habituaram tanto com eles que não conseguem imaginar como seria seu dia a dia sem esses objetos. [...] Até o século XX, por exemplo, era comum a utilização do pilão para produzir pó de café. Hoje, essa técnica ainda é utilizada, mas a maioria das famílias prefere comprar o café já moído (LD1, p. 92).

Embora não se observe uma abordagem crítica dos livros nos episódios identificados como representativos do indicador A15, considera-se que eles são importantes na medida em que podem auxiliar os alunos a perceberem o quanto as mudanças científico-tecnológicas estão atreladas ao contexto social.

Discussões sobre a abordagem das obras analisadas quanto às implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, assim como, os fatores sociais que interferem na mudança científica-tecnológica serão apresentadas na próxima seção, cujo foco são as influências CTS identificadas nos livros analisados.

6.4 INFLUÊNCIAS CTS

A categoria “influências CTS” conta com 8 indicadores que se reportam às interfaces ciência, tecnologia, sociedade e suas relações.

Os resultados, sintetizados no quadro 16, mostram que há variações quanto à incorporação dos indicadores sobre as influências CTS nos textos dos livros didáticos analisados.

Quadro 16 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra na categoria Influências CTS

Categoria	Trechos LD		Indicadores								Total
			A 16	A 17	A 18	A 19	A 20	A 21	A 22	A 23	
Influências CTS	LD 1	E	3	3	30	20	1	5	-	1	63
		I	1	1	1	-	-	14	-	-	17
		Total	4	4	31	20	1	19	-	1	80
	LD 2	E	1	-	16	3	1	-	-	-	21
		I	-	-	-	-	-	4	-	-	4
		Total	1	-	16	3	1	4	-	-	25
	LD 3	E	2	-	11	1	-	3	-	-	17
		I	1	1	-	-	-	18	-	-	20
		Total	3	1	11	1	-	21	-	-	37
	Total Geral		8	5	58	24	2	44	-	1	142

Fonte: Autoria própria

Por meio da consulta ao quadro 16, pode-se observar que alguns aspectos foram omitidos nas obras; outros foram contemplados com pouca expressividade; outros, ainda, foram incorporados com certa frequência, mas com variações entre as

obras, por exemplo, as referências relativas aos exemplos da presença da ciência e da tecnologia no cotidiano (correspondente ao indicador A18) e a abordagem de implicações sociais da ciência e da tecnologia (representada pelo indicador A21) foram os mais referenciados (com 58 e 44 trechos identificados respectivamente, considerando-se inserções explícitas e implícitas), mas a predominância do indicador A18 foi verificada nos livros 1 e 2; no LD3 esse aspecto ficou em segundo lugar em termos de frequência, no qual o indicador A21 foi o mais encontrado.

O mesmo ocorreu com o indicador A19 (explora tópicos de temas/problemas científico-tecnológicos, de modo a informar/aproximar a sociedade da ciência e da tecnologia), cuja frequência foi expressiva no LD1, mas não nos livros didáticos 2 e 3.

Além disso, verificaram-se diferentes abordagens sobre um mesmo aspecto CTS nos livros investigados, de maneira que observaram-se textos que remetem a uma compreensão ingênua e acrítica, pois trazem subjacentes ideias que podem reforçar mitos relativos à ciência e à tecnologia; outros textos trazem uma abordagem superficial, que pouco exploram e fomentam a compreensão das relações CTS; e, em casos pontuais, constatou-se uma abordagem com indicativos de elementos importantes para a compreensão das interações CTS. No entanto, mesmo entre os trechos que apresentaram elementos relevantes, a abordagem se deu de maneira limitada em relação à superação de mitos, tais como a “perspectiva salvacionista”, o “modelo de decisões tecnocráticas” e o “determinismo tecnológico”, pois apresentaram uma superação parcial deles, conforme explicitado na sequência, na apresentação e discussão dos resultados por indicador.

Cabe ressaltar que essas diferentes abordagens não decorrem apenas da presença textual que veicula essas ideias, mas sobretudo, das ausências, das omissões de aspectos fundamentais como a presença de valores e interesses no direcionamento das pesquisas, na produção e nos próprios produtos/resultados da ciência e da tecnologia, os quais incorporam intencionalidades.

Dos três livros didáticos analisados foi o LD1 que mais apresentou aspectos de influências CTS. Dos 8 indicadores dessa categoria, 7 foram localizados nesse livro, com variações no que diz respeito à abordagem e frequência: os indicadores enfatizados (considerando-se inserções explícitas e implícitas) foram A18, A19 e A21; os demais tiveram poucas referências. O LD3, por sua vez, contemplou em

seus textos 5 dos 8 indicadores pesquisados, com predominância dos indicadores A21 e A18; os demais aspectos localizados nesse livro foram em número bem reduzido, com 1 ou 3 referências somente em toda a obra. O LD2 também contemplou 5 dos 8 indicadores, mas com menor frequência em comparação às outras obras analisadas. Os indicadores que ganharam destaque também foram A18 e A21, os outros 3 aspectos identificados – A16, A19 e A20 - tiveram presença exígua.

Verificou-se, assim, a predominância dos indicadores A18 e A21 nas obras estudadas. No LD1, o indicador A19 também recebeu atenção; os demais indicadores tiveram uma presença notavelmente restrita nos livros e referências ao indicador A22 não foram encontradas em nenhuma das obras analisadas, conforme pode ser observado no resumo apresentado no quadro 16.

Inserções de textos que mostram que o desenvolvimento científico-tecnológico pode influenciar o pensamento, as resoluções dos problemas e o estilo de vida das pessoas (correspondente ao indicador A16) foram pouco frequentes nos livros analisados. O LD2 fez apenas 1 referência a esse aspecto e os livros 1 e 3 apresentaram quatro e três episódios respectivamente.

Os trechos do LD1 reproduzidos, a seguir, são ilustrativos acerca desse indicador, pois apresentam o uso das tecnologias para a resolução de problemas de acessibilidade de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida:

[...] Um bom exemplo de como a tecnologia traz benefícios para a vida é o paratleta paraense Alan Fonteles, que teve as duas pernas amputadas abaixo dos joelhos e aprendeu a andar e a correr com as próteses mecânicas (LD1, p. 111).

[...] Diferentes recursos tecnológicos nas mais diversas áreas, como arquitetura, engenharia, mecânica, eletrônica, design, são empregados com objetivo de eliminar barreiras e dar a todos os cidadãos acesso ao lazer, à saúde, à educação (LD1, p. 116).

Nota-se, nesses fragmentos, a ênfase aos benefícios que os recursos tecnológicos podem trazer, no sentido de auxiliar na resolução de problemas relativos à locomoção ou à acessibilidade. Nessa perspectiva, a abordagem do livro colabora para o reconhecimento da importância da ciência e da tecnologia para a solução de problemas humanos.

Entretanto, na discussão desse subtema, os textos apresentados não avançaram na direção de uma abordagem crítica, capaz de contribuir na superação de uma visão de que a ciência e a tecnologia são capazes de resolver todos os problemas, inclusive os problemas sociais, independentemente dos contextos ou situações de aplicação e de uso (AULER; DELIZOICOV, 2001; BAZZO, 2014).

Ou seja, na abordagem desse assunto, o LD1 não fez nenhuma referência ao fato de que muitas pessoas, instituições e cidades brasileiras não dispõem dessas soluções tecnológicas ou, dispõe, mas o acesso é desigual, de maneira que não são todos os sujeitos que se beneficiam.

Além disso, outro aspecto importante negligenciado é o fato de que houve e, ainda há, uma constante luta social em prol do direito à acessibilidade. Os avanços atualmente identificados são frutos dessas lutas, cujas reivindicações foram incorporadas na legislação. E mesmo com a força da lei, a acessibilidade ainda não é uma realidade em muitos espaços sociais.

Foi omitido, também, que sua implementação depende não somente de políticas públicas e de medidas para o uso dos recursos públicos na concretização de direitos, mas requer mudanças culturais e atitudinais, ou seja, mudanças na forma de pensar, de comunicar, de agir, de construir, de maneira que prevaleça em todas as situações o respeito ao próximo, à dignidade humana e a possibilidade efetiva de participação e inclusão social de todos e todas, como indicado na Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (BRASIL, 2009).

Nesse sentido, reconhecer que existem recursos tecnológicos que auxiliam à acessibilidade é importante, mas esse reconhecimento precisa vir acompanhado de uma discussão sobre os direitos humanos, sobre as lutas sociais como uma legítima forma de participação social, inclusive de participação nos processos decisórios sobre o *design* e desenvolvimento de tecnologias, os quais materializam valores e interesses sociais (políticos, econômicos, culturais, ambientais, etc.).

O trecho, a seguir, expõe outro exemplo da abordagem do LD1 com destaque no ponto de vista das benesses do desenvolvimento tecnológico:

O avanço da tecnologia permitiu que fossem desenvolvidos equipamentos e produtos para auxiliar na melhoria da qualidade de vida do ser humano. Muitas soluções tecnológicas foram encontradas para atender às necessidades especiais das pessoas. E estamos tão acostumados a

algumas dessas soluções que não as valorizamos. [...] A seguir, veremos como as tecnologias desenvolvidas por cientistas da área da saúde contribuem para a melhoria na qualidade de vida do ser humano (LD1, p. 110).

Na abordagem desse conteúdo, o foco do livro didático esteve centrado no reconhecimento e importância das tecnologias para a solução de problemas. Questionamentos relativos às problemáticas sociais, aos aspectos políticos, econômicos e culturais que as envolvem, não foram verificados nem no livro dos alunos, nem nas orientações para o professor.

Das três referências explícitas relativas ao indicador A16 encontradas no LD1, apenas uma apresentou uma abordagem com indicativos que contribuem para a superação, ainda que de modo parcial, da ideia de que mais ciência e tecnologia conduzem automaticamente à melhoria do bem-estar social de todos. Nesse trecho identificado, após a menção ao fato de que o desenvolvimento tecnocientífico pode influenciar o estilo de vida das pessoas, o texto expressou aspectos socioeconômicos, evidenciando que a ciência e a tecnologia, embora tragam benefícios, não são propulsoras absolutas do progresso social (correspondente ao indicador A17), conforme mostra o fragmento a seguir:

O avanço da tecnologia contribuiu também para entendermos melhor o mundo em que vivemos. Atualmente é possível visitar museus e bibliotecas espalhados pelo mundo inteiro sem sair de casa. Basta acessar a internet pelo computador, pelo *tablet* ou pelo *smartphone*.

Com a internet e as redes sociais, pessoas separadas por milhares de quilômetros podem se comunicar e trocar ideias em questão de segundos. Por isso, é possível dizer que o mundo está mais unido pela tecnologia.

Mas isso não quer dizer que todas as pessoas se beneficiam com as conquistas da tecnologia. Por exemplo, há lugares no Brasil e no mundo nos quais não chegou sequer a energia elétrica.

Isso acontece porque o mundo em que vivemos é muito desigual. Há grandes desigualdades entre países e dentro de um mesmo país. No Brasil, por exemplo, há pessoas que têm muito e outras têm muito pouco (LD1, p. 103).

Nota-se que o primeiro e segundo parágrafos desse texto procuram mostrar que o desenvolvimento tecnológico interfere no estilo de vida e nas relações pessoais, promovendo benefícios na vida das pessoas. No terceiro e quarto parágrafos verifica-se a observação de que mais tecnologia não gera mais desenvolvimento social (indicador A17), ao destacar o contexto socioeconômico, no qual alguns têm muito e outros não têm acesso nem aos benefícios mais essenciais

como a energia elétrica e isso é reflexo da existência de uma grande desigualdade socioeconômica.

Esse texto, portanto, traz indicativos importantes para a reflexão ao abordar o quanto o desenvolvimento científico-tecnológico exerce influência sobre as relações entre as pessoas e os modos de se viver na contemporaneidade e, por outro lado, ao fornecer elementos para a percepção de que a presença da tecnologia não é garantia de uma vida melhor para todos.

Embora aponte a não linearidade entre o desenvolvimento de mais tecnologias e a garantia de mais qualidade de vida, o LD1 não incorporou uma questão fundamental que é o tipo de desenvolvimento tecnocientífico em curso, desenvolvimento este que em muito contribui para a grande desigualdade social, uma vez que é orientado por interesses privados com foco na maximização de lucros. Desse modo, considera-se que o texto traz uma superação apenas parcial da perspectiva salvacionista. Para além de questionar o acesso às tecnologias, é imprescindível questionar os motivos da referida não linearidade e desencadear uma reflexão crítica a respeito do modelo de desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo, das suas prioridades políticas e dos seus interesses econômicos refletidos no direcionamento das agendas de pesquisa, nos seus processos e resultados/produtos.

Além do episódio supracitado, o LD1 apresentou mais 3 inserções relativas à ideia de não linearidade da ciência e da tecnologia na promoção do progresso social (indicador A17). Dessas, uma mostrou implicitamente o indicador A17 e dois episódios apresentaram uma abordagem pouco crítica, conforme pode ser verificado no exemplo a seguir:

Muitas vezes, ao se avaliar o nível de desenvolvimento de um país, considera-se somente o aspecto econômico, evidenciado geralmente pela soma dos valores dos bens e serviços em determinado intervalo de tempo. Contudo, não se pode dizer que um país é verdadeiramente desenvolvido sem considerar também as questões social, energética e ambiental. Em primeiro lugar é preciso garantir a justiça social, pois, em uma democracia, o governo é constituído por e para seus cidadãos. Em segundo lugar, é necessário prover energia de modo permanente, pois sem ela não há produção e, portanto, não há desenvolvimento econômico. Em terceiro lugar, é preciso preservar o meio ambiente, pois em um meio degradado a economia também não se desenvolve. O desenvolvimento se dá, portanto, de forma efetiva quando se garante a sustentabilidade, isto é, se fundamenta em um modelo que permite a renovação dos recursos naturais de modo que estes estejam também disponíveis para as gerações futuras.

Explore o conceito de sustentabilidade com os alunos. Destaque atitudes que contribuem para uma sociedade sustentável, como a utilização de fontes de energia não poluentes, a redução do consumo e a reciclagem do lixo (LD1, p. 276).

Esse texto, retirado das orientações para o professor, traz indicativos para a problematização acerca de um modelo de desenvolvimento societário no qual as questões sociais e ambientais sejam consideradas. Nesse sentido, colabora para a percepção de que o modelo será melhor e ganhará em qualidade se for orientado em bases sociais e ecológicas, de maneira que as novas gerações também possam atender às suas necessidades e desfrutar dos recursos da natureza.

Embora forneça apontamentos interessantes, o texto silencia quanto aos fatores socioculturais, políticos e econômicos que condicionam o desenvolvimento científico-tecnológico. E, assim, apresenta uma ideia ambígua no que se refere à sustentabilidade, pois ao mesmo tempo em que defende limites quanto ao uso dos recursos naturais, aposta no crescimento econômico sem qualquer questionamento ao sistema capitalista que o embasa. Ou seja, não questiona os interesses de grupos específicos, que em função da sobrevivência do capitalismo, direcionam os rumos da ciência e da tecnologia na produção e no consumo exacerbado, que acabam por acentuar a extração de recursos, a geração de resíduos, a degradação ambiental e a desigualdade socioeconômica.

O texto limita-se a sugerir ao professor o debate de algumas iniciativas considerando-se a variável ambiental. Não se pode negar a importância de apresentá-las ao docente e incentivar o seu debate em sala de aula. Entretanto a ausência de uma abordagem consistente em relação à lógica do mercado pode conduzir a uma ideia de desenvolvimento sustentável proposto para assegurar a manutenção do modelo capitalista, o qual depende dos recursos naturais para garantir o seu padrão de produção.

Esse entendimento de sustentabilidade é discutido por Carletto e Sant'Anna (2006), que apoiados em Herculano (1992) e Montibeller Filho (2004), desvelam as limitações à efetivação do desenvolvimento sustentável frente ao sistema capitalista de produção e consumo.

A esse respeito, Carletto e Sant'Anna (2006) reconhecem as medidas adotadas em algumas áreas do setor produtivo para redução e prevenção de problemas ambientais, tais como Programas de Produção mais Limpa, Avaliação do

Ciclo de Vida, entre outras. Por outro lado, discutem as suas limitações e, sobretudo, ressaltam a necessidade da “construção de uma base cultural-educacional”, que propicie uma compreensão ampliada de meio ambiente, nas suas inter-relações com a sociedade, assim como, a formação de valores, passíveis de alterar os rumos atuais da produção, no sentido de uma nova lógica, sustentada no respeito à vida em todas as suas dimensões.

Essas considerações são fundamentais na orientação de ações educativas, pois o professor é um agente social que pode colaborar significativamente na construção de uma nova cultura e na efetivação de processos decisórios mais responsáveis e democráticos no meio social. No entanto os livros didáticos como ferramentas de apoio ao trabalho docente, pouco têm contribuído nessa direção.

A omissão quanto aos processos científico-tecnológicos foi observada nas três obras investigadas. Em síntese, o encaminhamento que predominou foi uma abordagem unidirecional, na qual foram apresentadas – em geral, de modo superficial - as repercussões dos resultados/produtos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, mas a influência da sociedade sobre a ciência e a tecnologia foi silenciada.

Dito de outro modo, os livros não mostraram que a influência é recíproca e a perspectiva de participação social que se apresentou é aquela situada entre os menores e menos críticos níveis de participação, conforme sistematização elaborada por Strieder (2012). A participação política na reivindicação de uma produção científica e tecnológica orientada por valores humanos e uma compreensão integrada de ambiente, por exemplo, não foram incorporadas nos textos dos materiais didáticos analisados.

No LD2, a influência do desenvolvimento científico-tecnológico na resolução de problemas e no estilo de vida da população (correspondente ao indicador A16), foi manifestada na abordagem do tema “Brasil: vida e trabalho”, na discussão sobre comércio e prestação de serviços no Brasil, no qual apresentaram-se orientações aos docentes para o trabalho a respeito do consumismo. Sugeriram aos professores:

Verificar em que medida aparecem associações, com idas aos shoppings, entre o lazer e o ato de comprar, numa combinação entre espaços de consumo e o consumo do próprio lugar como forma de lazer e entretenimento. Discutir o tema com os alunos, mostrando que historicamente essa vinculação não existia. O mais comum era brincar e se divertir nos espaços das ruas [...] Considerar que os padrões atuais levam

ao consumo exagerado de bens, interferindo na vida das pessoas e comprometendo os ambientes com a extração excessiva de recursos naturais (LD2, p. 358).

Observa-se que essas orientações sugerem uma discussão pertinente com os alunos, no sentido de mostrar as alterações no comportamento social, sob influência do desenvolvimento científico-tecnológico. Alterações essas que se refletem inclusive no meio infantil, no espaço e tempo das brincadeiras e na relação entre consumo e lazer, na qual o ato de comprar se transforma em sinônimo de lazer e felicidade.

Nota-se uma ausência em relação à discussão sobre os valores e interesses que permeiam o sistema tecnológico, o qual intencionalmente é direcionado para obtenção máxima de lucros e, nesse intuito, é programado para gerar mais e mais consumo, lançando mão de estratégias como, por exemplo, a obsolescência planejada, a obsolescência perceptiva, a publicidade, a propaganda. As orientações ao docente nada trazem, também, quanto ao papel da mídia e o papel da sociedade enquanto consumidora acrítica, que sustenta um modelo de produção de supérfluos, insustentável, menos ainda aborda a respeito da necessidade da construção de um outro modelo, diferente do atualmente em curso. Ou seja, uma abordagem mais ampla e crítica não foi observada.

No LD3, das 3 referências relativas à influência do desenvolvimento científico-tecnológico na resolução de problemas e no estilo de vida da população (correspondente ao indicador A16), somente uma foi apresentada de modo mais apropriado. As outras duas corresponderam a um comentário implícito sobre esse aspecto e a um texto que versou sobre água, higiene e saúde, no qual apontaram-se os hábitos relacionados ao banho e as tecnologias existentes em diferentes épocas. O fragmento reproduzido a seguir mostra a abordagem que favoreceu a compreensão da interferência científico-tecnológica no estilo de vida da população:

Comentar com os alunos que, quanto mais desenvolvido, mais lixo um país produz. Isso ocorre porque as pessoas em uma sociedade desenvolvida consomem mais produtos descartáveis, que geram mais resíduos. Além disso, a modernidade trouxe uma mudança no comportamento das pessoas. Há cinquenta anos, os bebês usavam fraldas de pano, que não eram jogadas fora, eram lavadas e reaproveitadas inúmeras vezes. Eram alimentados com comida feita em casa e bebiam leite mantido em garrafas reutilizáveis. Nos dias atuais, os bebês usam fraldas descartáveis, comem comida pronta, vendida em potinhos que são jogados fora, e bebem leite embalado em caixas de papelão. Ao final de uma semana de vida, o lixo

que os bebês produzem equivale, em volume, a quatro vezes o seu tamanho. No final da vida, uma pessoa vai ter produzido toneladas de lixo! (LD3, p. 233).

Nesse trecho, observa-se a chamada de atenção para o comportamento do ser humano nos dias atuais; evidenciam-se as diferenças que o desenvolvimento tecnológico trouxe para as práticas cotidianas relacionadas à higiene e alimentação das crianças pequenas e são fornecidos elementos para o professor explorar as repercussões da produção excessiva de lixo. Na sequência, o texto ainda lembra o professor para abordar a respeito dos animais que vivem em meio ao lixo e discutir sobre o plástico, entre outros materiais, que ocasionam um grande problema para o ambiente.

Nesse sentido, o texto colabora com observações para reconhecer que a produção científico-tecnológica pode influenciar o estilo de vida da população e o quanto isso pode trazer de consequências negativas para o ambiente e para a vida no planeta. Entretanto nota-se que, nesse livro, o modelo de desenvolvimento científico-tecnológico em curso também não se tornou objeto de problematização e reflexão.

No que tange à abordagem da ciência e da tecnologia não como propulsoras absolutas do progresso social e nem como as únicas responsáveis pelos problemas da humanidade (correspondente ao indicador A17), o LD3 apresentou somente uma inserção implícita nas orientações para o docente, na qual destacou-se na abertura da unidade “Desequilíbrios na natureza” que a intenção é “não transmitir uma visão catastrófica do futuro, mas exaltar a capacidade e a disposição humana de resolver problemas” (LD3, p. 215) e apresentou-se um texto versando sobre “alfabetização ecológica”, no qual destacaram-se elementos para o trabalho com a educação ambiental e a necessidade da construção de “comunidades humanas sustentáveis”.

Apesar de não sinalizar claramente a não linearidade da ciência e da tecnologia na promoção do desenvolvimento social e nem abordar diretamente sobre o fato de que o desenvolvimento tecnológico não é o único propulsor dos problemas do contexto atual, o texto fornece pistas importantes ao professor sobre o trabalho no que se refere às relações humanas, com suas inovações tecnológicas e a necessidade do equilíbrio com o ambiente, assim como, a consciência do ser humano como parte da “teia da vida”. Contudo, houve omissão quanto aos valores e

interesses de diferentes ordens que sustentam o desenvolvimento científico-tecnológico atual gerador de desequilíbrios.

O LD2, por sua vez, não apresentou nenhuma referência relativa ao indicador A17.

A citação de exemplos da presença da ciência e da tecnologia no cotidiano (correspondente ao indicador A18) foi um aspecto enfatizado nos três livros analisados. Nos livros 1 e 2, foi o aspecto mais evidenciado (com 31 e 16 referências respectivamente) e foi o segundo aspecto mais localizado no livro didático 3, com 11 episódios identificados. Os excertos, a seguir, ilustram a presença desse indicador nos livros estudados:

A cisterna é uma tecnologia popular para a captação de água da chuva, onde a água que escorre do telhado da casa é captada pelas calhas e cai direto na cisterna, onde é armazenada [...] (LD1, p. 89).

Os equipamentos de navegação não eram precisos como os atuais, isto é, eles não indicavam com exatidão o local onde as embarcações estavam. Os navegadores se localizavam no mar usando a bússola, o quadrante, o sextante, o astrolábio e a balhastilha. Esses equipamentos indicavam o tempo e o local pela posição das estrelas e constelações, do Sol e dos pontos cardeais – Norte, Sul, Leste e Oeste (LD2, p. 28).

Hoje já existem novas tecnologias que permitem construir aparelhos que trazem mapas de localização. Esses aparelhos funcionam pelo sistema GPS. Na língua inglesa, essas três letras significam Sistema de Posicionamento Global. Ele funciona com satélites que ficam girando em volta da Terra e mandam sinais à superfície, para uma estação. Isso permite que uma pessoa, em seu carro, utilize um aparelho que mostra sua localização exata e as ruas ou estradas que deverá percorrer para chegar ao seu destino (LD2, p. 151).

Nas áreas de planalto brasileiras, muitas usinas hidrelétricas foram construídas para aproveitar as quedas de água. Existem hidrelétricas no rio Iguaçu, no rio Paraná, no rio São Francisco e em muitos outros (LD3, p. 16).

As referências dos livros analisados à presença da ciência e da tecnologia no contexto social (indicador A18) trazem subjacentes uma ideia de desenvolvimento científico-tecnológico neutro, pois silenciam tanto em relação aos fatores sociais que interferem na concepção e produção científico-tecnológica, quanto no que diz respeito à influência da ciência e da tecnologia na sociedade.

Na grande maioria dos trechos identificados (49 de um total de 58 trechos identificados nas três obras analisadas) foram mencionados exemplos da presença e dos usos da ciência e da tecnologia na sociedade, sem qualquer juízo de valor. Em casos pouco frequentes (9 episódios de 58) observaram-se apontamentos sob o

ponto de vista dos benefícios que as inovações tecnocientíficas produzem, como mostram os exemplos a seguir. Além disso, a tecnologia foi identificada muito frequentemente como ferramenta ou instrumento com as quais as pessoas atendem suas necessidades:

Os aparelhos mecânicos, como a cadeira de rodas e as próteses, são exemplos de aplicações da tecnologia para auxiliar pessoas com dificuldades de locomoção.

Esses aparelhos deram a essas pessoas a possibilidade de trabalhar, de praticar esportes, e ampliaram suas opções de lazer (LD1, p. 111).

O barômetro mede a pressão do ar, que é a força que o ar atmosférico exerce em determinado ponto. A pressão pode variar, e isso influi nas condições atmosféricas, [...]. Por isso, esse aparelho é muito importante numa estação meteorológica (LD2, p. 103).

Observou-se que essa abordagem, na qual há destaque para a simples identificação da presença da ciência e da tecnologia na sociedade, e que foi expressiva nos três livros e predominante em dois dos três livros analisados, além de omitir os condicionantes sociais que influenciam a tecnociência, silenciam, também, a respeito do controle do ser humano sobre a ciência e a tecnologia, o que pode levar a um entendimento de que ela não é humanamente controlada e está sempre orientada para servir à humanidade.

Desse modo, os textos se aproximam de uma perspectiva determinista. Segundo Feenberg (2010b, p. 72), o determinismo tecnológico é pautado na ideia de que as tecnologias teriam “uma lógica funcional autônoma, que pode ser explicada sem se fazer referência à sociedade”. Nessa concepção, o ser humano não tem controle sobre a ciência e tecnologia; ao contrário, é ela que “molda a sociedade às exigências de eficiência e progresso”. A tecnociência faz uso do conhecimento do mundo natural para servir ao ser humano. Nesse sentido, cada avanço é voltado a ele, para satisfazer suas necessidades ou estender suas faculdades (FEENBERG, 2010a, p. 59).

Outras referências aos exemplos da presença da ciência e da tecnologia, as quais também trazem subjacentes uma perspectiva determinista, foram sistematizadas neste estudo como representativas do indicador A19. A diferença entre o indicador A18 e o A19 é que este corresponde aos trechos em que além de fornecer exemplos da presença da ciência e da tecnologia, inclui informações de cunho tecnocientífico de modo a informar/aproximar a sociedade da ciência e da tecnologia. Esse indicador teve presença expressiva no LD1, com 20 episódios

encontrados. Os livros 2 e 3 contaram com poucas inserções (3 e 1 referência respectivamente).

Tal como na abordagem dos exemplos identificados como A18, os trechos correspondentes ao indicador A19, em sua maioria (18 trechos de um total de 24), não apresentaram juízo de valor, isto é, os textos não teceram menções nem positivas, nem negativas relacionadas à ciência e à tecnologia. E os poucos episódios (6 de um total de 24) nos quais se verificou uma valoração, mostraram os aspectos positivos do desenvolvimento científico-tecnológico. Os fragmentos reproduzidos a seguir ilustram essa abordagem:

Um sismógrafo é um aparelho para registro de sismos. O sismógrafo traçado permite determinar a direção das ondas sísmicas, a hora da sua chegada e a intensidade (Escala de Richter), possibilitando o cálculo, a partir destes dados, da distância e da intensidade real do sismo. [...]

O princípio de funcionamento do sismógrafo consiste numa massa de até 20 toneladas suspensa de forma que entre em oscilação (pêndulo) quando é atingida por um sismo e cujo sismograma pode obter-se por via mecânica, ótica e eletrônica.

Os movimentos do solo são registrados no sentido horizontal (direção Leste-Oeste e Norte-Sul) e vertical. [...]

Os sismógrafos mais generalizados são do tipo mecânico [...] ou eletromagnético [...] (LD2, p. 329-330).

O uso de microrganismos ou partes do sangue é uma solução tecnológica para o tratamento ou a prevenção de doenças.

O uso de agentes biológicos é antigo entretanto, atualmente o estudo da genética permite que sejam fabricadas novas substâncias que colaboram com a melhoria da saúde das pessoas.

[...] A vacina é uma forma artificial de proteção contra algumas doenças. Ao tomarmos doses dela, o corpo entra em contato com uma forma mais fraca do microrganismo causador da doença. Isso permite que o corpo tenha tempo para desenvolver defesas e evitar que a doença seja contraída (LD1, p. 113).

A partir da análise dos textos dos livros didáticos, observou-se que a perspectiva de desenvolvimento científico-tecnológico presente nessas obras é a de um desenvolvimento neutro, de uma produção científico-tecnológica isenta da influência dos fatores sociais. Essa suposta neutralidade compareceu nas obras didáticas sob duas perspectivas: o “determinismo tecnológico” e o “instrumentalismo”.

A perspectiva do determinismo, conforme apresentado anteriormente, foi sinalizada nos textos cuja abordagem se limitou à apresentação e reconhecimento da presença da ciência e da tecnologia no meio social, sem analisar seus benefícios ou avaliar riscos e consequências negativas ou, ainda, com apresentação de juízo

de valor, mas sob o ponto de vista dos aspectos positivos das inovações científico-tecnológicas. Tais episódios foram identificados, neste estudo, como correspondentes aos indicadores A18 e A19.

Essa abordagem, expressiva nos três livros investigados, não manifestou nenhuma referência à participação social, seu foco esteve voltado simplesmente a informar, mostrar exemplos dos produtos/resultados da ciência e da tecnologia na sociedade.

A outra perspectiva de desenvolvimento científico-tecnológico identificada nas obras, consiste em uma visão que Feenberg (2010a, p. 58) denomina de “instrumentalismo”, que combina o “controle humano e a neutralidade de valor”. Trata-se de uma concepção correspondente “à fé liberal no progresso”, na qual a tecnologia é entendida como simples “ferramenta ou instrumento com que a espécie humana satisfaz suas necessidades”.

De acordo com Dagnino, Silva e Padovanni (2011), nessa concepção, a ciência e a tecnologia poderiam servir, indistintamente, a qualquer propósito ou projeto de sociedade. Sob o otimismo da perspectiva liberal-positivista, o seu controle, exercido externamente e após sua produção, seria suficiente para o atendimento das necessidades de todo coletivo social.

Essa concepção aparece nas três obras estudadas, sobretudo, nos episódios identificados como correspondentes ao indicador A21 (Aborda as implicações sociais mais amplas da ciência e da tecnologia, em diferentes contextos).

Tais episódios, conforme será demonstrado na sequência, sinalizaram uma visão de ciência e tecnologia supostamente neutras. Por um lado, omitiram as influências que elas recebem do meio social, por outro, apontaram que interferem na sociedade provocando impactos. A perspectiva de participação social ou de controle presente nesses casos é aquela centrada na avaliação pós-produção que, de acordo com Rosa e Auler (2016), reservam à sociedade o papel de usuária, que vai dar um bom uso aos resultados/produtos científico-tecnológicos, buscando amenizar as repercussões consideradas negativas.

Os excertos apresentados, a seguir, são ilustrativos dessa abordagem presente, também, nos episódios identificados como representativos do indicador A20 (Discute aspectos positivos e negativos relativos ao uso de um determinado

resultado/produto científico-tecnológico, em contexto individual/local), localizados nos livros 1 e 2:

[...] O mais interessante das usinas eólicas é que dependem unicamente de uma fonte de energia renovável: o vento, que nunca vai se esgotar. E elas não causam nenhuma poluição.

Mas têm algumas desvantagens: certas pessoas reclamam do barulho que as turbinas fazem e também dizem que elas não são lá muito bonitas. O maior problema é que só funcionam bem em lugares com muito vento e é preciso grande quantidade delas para produzir energia bastante para ser aproveitada (LD1, p. 108).

[...] O plantio da cana-de-açúcar aumentou nos últimos anos com a necessidade do aumento na produção de etanol. Com isso, grandes áreas foram desmatadas ou culturas existentes foram substituídas pela cana. O plantio de uma única cultura chama-se monocultura. Ela traz vantagens para a produção no plantio, cultivo e colheita, mas traz grandes desvantagens ambientais. Torna o solo pobre em nutrientes e reduz a biodiversidade (LD2, p. 269).

Nos dois fragmentos supracitados, apresentaram-se aspectos positivos e negativos em relação à tecnociência. No primeiro caso, o foco principal esteve voltado ao reconhecimento de uma tecnologia de produção de energia, em que abordaram-se, no texto completo, o funcionamento das turbinas eólicas e as vantagens e desvantagens dessa tecnologia. Nota-se que no texto do livro didático não houve nenhuma menção aos fatores sociais que envolvem essa tecnologia, o foco voltou-se para o reconhecimento da tecnologia em discussão e para a percepção de aspectos favoráveis e desfavoráveis ao seu uso. Sendo assim, sugeriu unicamente a influência da tecnologia sobre a sociedade.

O segundo trecho é parte de um texto no qual abordaram-se a produção de cana-de-açúcar e os produtos obtidos a partir dela. Analisando-se o texto completo, observa-se que a atenção esteve voltada para o reconhecimento dos produtos finais e para a descrição da transformação ocorrida na obtenção do açúcar e do álcool. Os processos de produção foram vistos somente sob o ponto de vista técnico; os interesses e valores envolvidos na produção tecnológica foram silenciados, sendo citados apenas aspectos negativos e positivos referentes ao sistema de monocultura. Nesse episódio, observou-se, também, um encaminhamento unidirecional, no qual foram tão somente citadas repercussões das inovações científico-tecnológicas sobre o meio.

A inserção de textos que abordaram implicações sociais da ciência e tecnologia, em diferentes contextos (correspondente ao indicador A21) foi observada

nos três livros analisados. No LD3, foram identificados 21 trechos, considerando-se inserções explícitas e implícitas; no LD1, 19 episódios e no LD2, foram localizados 4 trechos.

Apesar de a identificação da presença desse indicador ser frequente nos livros em comparação com outros indicadores, a análise detalhada revelou que a abordagem desse aspecto foi predominantemente limitada à menção de possíveis impactos da ciência e da tecnologia sobre o meio social, sem uma discussão que colaborasse para a sua compreensão. No LD1, dos 19 trechos identificados do indicador A21, 14 referiram-se à citações implícitas; No LD2, todas as referências localizadas do indicador A21 foram implícitas, em um total de 4 citações. O LD3, por sua vez, de 21 episódios, 18 foram relativos a menções implícitas.

Esses episódios implícitos, efetivamente não contribuem para uma compreensão ampla acerca das relações CTS, mas revelam-se como trechos potenciais para um debate, como pode ser observado nos exemplos a seguir:

Ao longo dos séculos, a tecnologia tem sido utilizada para muitos fins, inclusive para a guerra. Os conflitos entre povos são travados com armas cada vez mais destrutivas, como mísseis de longo alcance e aviões dirigidos a distância. Alguns países ainda investem em bombas atômicas. Entretanto, também tem avançado muito a tecnologia para a paz. A tecnologia para a paz é aquela que promove a saúde, a educação e o bem-estar de todas as pessoas em todas as regiões do planeta. Nos anos 1960, os jovens de diversos países criaram movimentos pela paz cujo lema era: 'Faça o amor, não faça a guerra'. Esse lema continua atual e a tecnologia pode dar a ele uma grande contribuição (LD1, p. 105).

Esse texto, retirado do LD1, mostra que a tecnologia tem sido utilizada tanto para melhoria da qualidade de vida das pessoas quanto para a fabricação de armas. Nesse sentido, indica que o desenvolvimento tecnológico não produz apenas benefícios para a população, mas pode ser direcionada para a própria destruição do ser humano.

Apesar de apontar esse aspecto importante para a superação da ideia de que toda inovação tecnológica é benéfica, de que todo avanço científico-tecnológico leva necessariamente à construção de um mundo melhor e mais feliz (BAZZO, 2014), o texto sugere uma ideia de que a tecnociência pode ser utilizada sob qualquer conjunto de valores.

Ao afirmar que a tecnologia tem sido utilizada para fins distintos – para a paz ou para a guerra – sem fazer qualquer crítica aos processos e ao modelo de

desenvolvimento científico-tecnológico empregado, passa uma ideia de ciência e tecnologia neutras, que podem servir tanto para o “bem”, quanto para o “mal”. Nessa perspectiva, reflete uma concepção sustentada nas ideias do instrumentalismo.

Enquanto o primeiro parágrafo do texto aponta os fins negativos das inovações tecnológicas e menciona que seu desenvolvimento também pode estar voltado para fins pacíficos, o segundo parágrafo sugere uma ideia de que a “tecnologia para a paz” gera o bem-estar de toda população, desconsiderando as condições dos contextos sociais nos quais os sujeitos estão imersos. Ou seja, sinaliza uma ideia de que se o propósito da tecnologia é o bem, “todas” as pessoas seriam beneficiadas; omite as interferências sociais, econômicas, políticas, culturais que envolvem a produção científico-tecnológica, bem como as condições existenciais das pessoas, nas quais o acesso aos benefícios provenientes das tecnologias nem sempre ocorre ou não atende às demandas dos contextos nos quais estão inseridos.

As orientações didáticas também não forneceram elementos para uma compreensão crítica das relações CTS. As informações adicionais sobre esse tópico apenas orientam o professor a perguntar aos alunos “de que formas a tecnologia pode ser empregada para o bem-estar das pessoas, como o surgimento de novos medicamentos, novas ferramentas de ensino (como *tablets* e lousa digital), a facilidade de comunicação (internet), etc” (LD1, p. 286).

Dessa maneira, embora apresente elementos para a identificação de impactos da tecnologia e para o reconhecimento de que as inovações tecnológicas não produzem somente efeitos positivos – discussões que são importantes e necessárias – o texto apresentado traz uma visão limitada, sem criticidade e, efetivamente, não colabora para a compreensão das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

O próximo excerto, extraído do LD2, também forneceu indicativos para o reconhecimento de impactos da ciência e da tecnologia, em uma abordagem reduzida à simples citação desses impactos sobre a sociedade:

A poluição ocorre quando os seres humanos lançam nos ambientes lixo, gases tóxicos, esgoto, produtos químicos e outros materiais nocivos à saúde e que contaminam os elementos naturais, como o ar e a água. Nas cidades, a poluição do ar é provocada principalmente pelos gases lançados pelos veículos motorizados (carros, caminhões, ônibus e motocicletas) e também pelas indústrias.

A poluição do ar provoca doenças respiratórias e irritação nos olhos e na garganta das pessoas.

Para ajudar a controlar a contaminação do ar, em alguns municípios há a inspeção anual de veículos para verificar se os poluentes lançados estão dentro do que é permitido por lei (LD3, p. 98).

Nesse episódio, não se verificou uma discussão ampla acerca das implicações sociais da ciência e da tecnologia na vida social, nem do papel da sociedade na manutenção da qualidade do ambiente. Menciona a existência de legislação que regulamenta os poluentes causados pelos veículos, mas silencia quanto ao processo de concepção e produção científico-tecnológica, sobre os valores, interesses que orientam esse processo, assim como, silencia a respeito da participação social na exigência de medidas de controle, tendo por base a saúde humana e a preservação ambiental.

Sendo assim, não fomenta a percepção das influências recíprocas entre a ciência, tecnologia e a sociedade. Ao contrário, traz subjacente uma ideia de que a produção científico-tecnológica age no contexto social, provocando impactos, sem, no entanto, sofrer uma influência recíproca.

Em outros textos dos livros didáticos analisados foram identificados episódios que abordaram superficialmente implicações da ciência e da tecnologia. Em casos pontuais, observou-se uma abordagem com elementos para uma reflexão sobre as relações CTS, ainda que parcial quanto à superação de mitos relacionados à ciência e à tecnologia. No LD1, dos 5 episódios explícitos identificados como representativos do indicador A21, três abordaram superficialmente as repercussões da ciência e tecnologia em pauta e apenas dois episódios corresponderam a uma abordagem mais adequada, com elementos que colaboram para a discussão das implicações da ciência e da tecnologia. No LD3, das 3 referências explícitas ao indicador A21, dois episódios superficialmente abordaram implicações da ciência e da tecnologia e somente uma referência correspondeu a uma abordagem com indicativos mais próximos do que se espera de encaminhamentos sob o enfoque CTS.

Em todas as situações, a abordagem ocorreu de modo unidirecional, revelando apenas os impactos do desenvolvimento científico-tecnológico sobre a sociedade, sem referência à influência recíproca.

Os trechos transcritos na sequência são ilustrativos de uma abordagem superficial das implicações sociais da ciência e da tecnologia identificadas nas orientações didáticas dos livros 1 e 3:

O esgoto coletado nas residências, indústrias etc. é levado para uma estação de tratamento. Nas grades, os materiais sólidos são separados e é introduzido oxigênio na massa líquida para se criem condições de desenvolvimento de microrganismos necessários para a limpeza da água. Em seguida, a água é levada para os decantadores onde as partículas sólidas vão se depositando no fundo do tanque. O líquido já tratado é recolhido por uma calha e lançado novamente no rio.

Estimule a reflexão dos alunos propondo algumas perguntas: Se a água não for tratada para bebermos, o que acontecerá com nossa saúde? E se o esgoto não for tratado? Quais seriam as consequências para nossos rios, mares e represas? E para o meio ambiente em geral? De quem é a responsabilidade de distribuir e tratar a água? E de tratar o esgoto?

Encerre o trabalho explicando a importância das atitudes de cada um, como não desperdiçar água, não jogar lixo no vaso sanitário e nos ralos, jogar dejetos em lugares adequados, separar o lixo para a reciclagem etc (LD1, p. 267-268).

Água para a vida, água para todos

Durante bilhões de anos, a água vem se reciclando naturalmente, sem fronteiras ou barreiras geográficas, garantindo a vida na Terra e multiplicando seu uso de diversas formas.

Em função de seu ciclo natural, acredita-se que a água nunca desaparecerá. Entretanto, se o mau uso continuar, encontrar água potável será cada vez mais difícil e raro, pois a contaminação ou poluição acontece facilmente e pode ocorrer em qualquer fase do ciclo.

Até pouco tempo, o planeta funcionava como um autopurificador seus sistemas naturais de filtragem eram suficientes para garantir a limpeza dos poluentes. O aumento da taxa populacional, somado ao modelo de desenvolvimento, propiciou o crescimento desordenado das cidades e o lançamento de lixo e esgotos sem tratamento nos corpos d'água. Indústrias que lançam produtos tóxicos e o uso irracional da água na agricultura levaram ao aumento crescente da demanda por água. A redução de áreas verdes pelos desmatamentos vem alterando a quantidade e qualidade da água e o clima. Os mecanismos de "defesa da Terra" acabaram se enfraquecendo e hoje temos um estresse de água. Quem já passou por uma situação de estresse pode entender o que acontece.

Apesar do volume de água ser o mesmo desde a formação do planeta Terra, o consumo vem aumentando, principalmente nos últimos 100 anos, conforme mostra o gráfico [...].

O ciclo natural da água não tem barreiras, o que aumenta nossa responsabilidade com o fluido da vida. Qualquer ação danosa para a água, em nível local, pode trazer problemas para milhares de pessoas em nível regional e mundial. É como jogar uma gota de tinta em um copo d'água. Ela se espalha rapidamente, mudando a configuração de toda a água do copo (LD3, p. 194-195).

Nesses textos, verificou-se a inserção de questões interessantes, que fornecem indicativos sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, embora deixem de fazer referência a outras questões que poderiam levar a uma

reflexão mais elaborada, como por exemplo, a abordagem de implicações em outros âmbitos, como sociais e econômicos, qual população é mais atingida por esses impactos e por que, quais interesses e valores estão por trás dos modelos de ciência e tecnologia empregados, qual a participação da sociedade no debate desses problemas, entre outras.

A título de exemplo, inclui-se um trecho retirado do LD1, cuja abordagem foi mais apropriada quanto às implicações sociais da ciência e da tecnologia:

Qual o impacto ambiental da instalação de uma usina hidrelétrica?
É um estrago e tanto. Na área que recebe o grande lago que serve de reservatório da hidrelétrica, a natureza se transforma: o clima muda, espécies de peixes desaparecem, animais fogem para refúgios secos, árvores viram madeira podre debaixo da inundação. E isso fora o impacto social: milhares de pessoas deixam suas casas e têm de recomeçar sua vida do zero num outro lugar. No Brasil, 33 mil desabrigados estão nessa situação e até criaram uma organização, o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB). [...] se pensarmos no clima global, as termoeletricas – que funcionam queimando gás ou carvão – são as piores, pois lançam gases na atmosfera que contribuem para o efeito estufa. A verdade é que não existe nenhuma forma de geração de energia 100% limpa. [...] Por causa disso, os ambientalistas defendem a bandeira da redução do consumo. [...] Isso evitaria que novas hidrelétricas precisassem ser construídas, protegendo um pouco mais nosso planeta (LD1 p. 229).

Nesse texto, compareceram elementos para a reflexão e discussão acerca das repercussões provocadas pela instalação de uma usina hidrelétrica. Mencionaram impactos ambientais e também sociais. Além disso, lembraram que nenhuma forma de produção de energia é totalmente limpa e citaram o movimento dos ambientalistas em torno dessa problemática.

Todavia, tal como nos exemplos citados anteriormente, verificou-se uma abordagem unidirecional, centrada na avaliação dos efeitos p s-produção da ciência e da tecnologia. Esse tipo de abordagem p s-produção desloca o problema para os usos que se faz dos resultados/produtos tecnocientíficos e, assim, acaba por reforçar uma suposta neutralidade da ciência e da tecnologia, passando uma ideia de que o desenvolvimento científico-tecnológico é guiado por uma lógica interna, isenta de qualquer tipo de influência externa (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003; DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011).

A discussão, portanto, permanece nos usos que se faz dos resultados/produtos e nos sujeitos externos ao espaço em que a ciência e a tecnologia foram produzidas, e não nos processos de desenvolvimento e/ou

implementação científico-tecnológica colocada em prática (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011) cujos interesses e valores capitalistas deveriam constituir objeto de problematização.

Assim, a perspectiva de ciência e tecnologia que compareceu nos textos dos livros analisados, é de uma tecnociência supostamente neutra, a qual legitima uma participação limitada, reduzida à análise das consequências de produtos/resultados científico-tecnológicos já prontos e em uso no contexto social.

No exemplo extraído do LD1, observa-se que além de comparecerem indicativos de uma participação social limitada à avaliação de repercussões, o texto traz uma ideia de minimização de impactos negativos centrados em ações individuais:

Explique o significado dos termos renovável e não renovável. Ressalte que renovável não significa necessariamente que a exploração desse tipo de fonte de energia não apresente consequências negativas ao ambiente. Explique aos alunos sobre o uso racional dos combustíveis fósseis, pois, além de ser um recurso não renovável, a queima desse combustível é responsável por grande parte da emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, agravando o processo de aquecimento global. Incentive os alunos a refletir sobre o impacto que causam no ambiente. Estimule-os a economizar energia elétrica por meio de ações simples, como desligar o computador quando não estiver usando, apagar a luz de um cômodo antes de sair dele, tomar banhos rápidos, entre outras atividades (LD1, p. 320).

Cabe destacar que a análise minuciosa dos textos dos livros didáticos revelou que nos episódios nos quais se observou menções às responsabilidades na redução dos efeitos negativos, essas foram centradas em atitudes individuais, como pode ser verificado, também, no fragmento a seguir:

Conversar com os alunos sobre o descarte do lixo em locais inadequados, o que causa o entupimento de canos e galerias e diminui a vazão de córregos e rios. Salientar a importância de cada cidadão, que pode contribuir com atitudes simples, como não jogar lixo no chão e em outros locais indevidos ou solicitar a coleta de lixo e a varrição de ruas junto à prefeitura (LD3, p. 231-232).

Contudo, observou-se que, na maioria dos episódios nos quais foram abordadas repercussões da ciência e da tecnologia, não foram encontrados indicativos a respeito de responsabilidades e/ou atitudes para amenizar os impactos considerados negativos. No LD1, de 19 trechos correspondentes ao indicador A21, 9 sinalizaram uma participação no âmbito da redução dos impactos negativos da

produção científico-tecnológica; no LD3, de 21 episódios, 5 mencionaram atitudes para minimização de impactos; no LD2, não foi localizada nenhuma referência às ações voltadas à redução de impactos negativos da ciência e da tecnologia.

Nos livros didáticos 1 e 3, ainda foram encontrados trechos nos quais, sem mencionar impactos da ciência e da tecnologia, houve abordagem sobre atitudes voltadas à preservação ambiental, tais como reciclagem, descarte apropriado do lixo, importância da redução da quantidade de lixo, adoção de práticas de consumo consciente, uso de sacolas ecológicas, utilização de fontes de energia renovável, ações individuais para economia de energia elétrica e de água.

De modo geral, verificou-se nos textos dos livros uma centralidade em torno dos impactos ambientais. Repercussões envolvendo dimensões socioculturais, econômicas e na saúde foram mencionadas com menor frequência.

Em situações pouco frequentes foram encontrados trechos nos livros 1 e 3, nos quais foram mencionadas ações que não envolvem somente os sujeitos individualmente, mas a coletividade e solicitam ações do governo, das indústrias, entre outros grupos. Os excertos extraídos dos LD1 e LD3 são ilustrativos dessa abordagem:

Comente com os alunos que algumas medidas podem ser adotadas para diminuir a poluição do ar: redução da quantidade de automóveis em circulação nas cidades, ajuste dos motores automotivos (utilização de catalisadores), utilização de transporte coletivo, bicicleta ou mesmo andar a pé, utilização de filtros que limpem ou diminuam a quantidade de poluentes lançados no ar pelas indústrias.

Destaque também que os problemas respiratórios são mais recorrentes nos grandes centros urbanos, em razão da concentração de automóveis e indústrias (LD1, p. 268).

A construção de moradias nas encostas de morros é um problema social complexo que envolve vários aspectos. A diminuição ou eliminação desse problema depende de políticas sociais dos governos voltadas para a construção de moradias populares em áreas ou terrenos que não ofereçam riscos à população; maior fiscalização e controle dos loteamentos; melhoria no poder aquisitivo dos mais carentes; mapeamento das áreas de risco; emissão de alertas de emergência, entre outras (LD3, p. 69).

A respeito da participação social, Hodson (2014) destaca que os alunos precisam aprender a participar dos processos decisórios da sociedade e atuar como agentes sociais capazes de promover mudanças na própria realidade. A escola pode colaborar envolvendo os alunos em ações sociopolíticas e, também, fornecendo exemplos de ações realizadas com sucesso. Ao problematizar diferentes tipos de

ações, o autor alerta para a importância de provocar uma reflexão que leve os alunos a compreenderem que as ações não podem ficar restritas ao âmbito individual, pois enquanto as ações individuais podem ser limitadas em suas repercussões, as ações coletivas ganham força e podem pressionar os governos, colaborar na superação de barreiras e na criação de políticas e práticas alternativas, condizentes com um modelo de sociedade mais justa, ética e sustentável.

Além disso, a ênfase em ações diretas certamente produzirá efeitos benéficos de maneira imediata, entretanto, se não houver uma atuação nas causas do problema, uma resolução duradoura poderá não ocorrer, pois os impactos da ação direta não atingirão as estruturas sociais, econômicas que criam o problema em questão (HODSON, 2014).

Todavia o que predominou nos livros didáticos analisados foi um silenciamento em relação à participação social; nos poucos textos em que foram mencionadas alguma forma de participação, a ênfase se deu em ações diretas individuais, pós-produção da ciência e da tecnologia, tendo em vista a busca pela redução de impactos negativos e um silenciamento quanto aos fatores sociais, políticos e econômicos que determinam os propósitos e os rumos do desenvolvimento científico-tecnológico. Não se verificou, portanto, a presença de textos com elementos que conduzam a uma ideia de influências mútuas na relação entre ciência, tecnologia e sociedade e da participação social no processo de produção/implementação da ciência e da tecnologia.

Isso foi evidenciado, também, pela ausência de episódios relativos ao indicador A22 (Apontamentos relativos às relações de poder, interesses sociais de certos grupos e contradições no processo de produção da ciência e da tecnologia, com indicativos da necessidade/possibilidade de mecanismos de pressão social) e A23 (abordagem sobre a participação social no contexto das esferas políticas).

Textos com referências ao indicador A22 não foram encontrados em nenhum dos três livros analisados. Essa ausência reforça uma ideia de neutralidade da ciência e da tecnologia, pois deixa de mostrar: i) os propósitos políticos, valores e interesses de grupos sociais que direcionam os processos de concepção e produção científico-tecnológica; ii) as relações de poder presentes nesses processos, assim como as suas contradições; iii) a comunidade científica como sendo apenas um dos grupos envolvidos na construção da ciência; iv) que o resultado/produto do

desenvolvimento tecnocientífico materializa valores e interesses; v) a necessidade e a possibilidade de processos decisórios democráticos, mediante mecanismos de pressão social e participação na esfera política, como indicado por Strieder e Kawamura (2014).

Relativamente à abordagem acerca da participação da sociedade no contexto das esferas políticas e a respeito dos interesses coletivos e desenvolvimento científico-tecnológico em conformidade com as necessidades do contexto social (indicador A23) foi encontrada apenas uma referência no LD1. O LD2 e o LD3 não fizeram nenhuma menção a esse aspecto.

Esse indicador traz a defesa da participação coletiva e a visão de que somente o conhecimento técnico-científico não assegura decisões pertinentes, pois essas requerem a consideração de outras dimensões, além da científica e, portanto, solicita a participação de outros grupos que representem a sociedade, não apenas a comunidade científica. Considera os interesses da coletividade e o desenvolvimento científico-tecnológico voltado ao atendimento das necessidades do contexto social. Corresponde, assim, ao quinto e mais crítico nível de compreensão de participação social sistematizado por Strieder (2012). A única referência relativa a esse indicador é o trecho retirado do LD1:

Fruto do crescimento dos movimentos ambientalistas dos anos 1970 e 1980, a noção de direito ambiental pressupõe não apenas o direito da pessoa, mas o da espécie em sua relação complexa e dinâmica com o ambiente.

Explique aos alunos que essa perspectiva do direito é mais ampla que as conquistas anteriores, pois prevê que os direitos de uma pessoa não podem ser mais importantes que os direitos da espécie humana.

Comente que, em virtude do fortalecimento dos direitos ambientais, muitas empresas e governos têm sido punidos por terem atuado contra os interesses e as necessidades de determinados povos ou comunidades. Destaque que, desde os anos 1990, muitos avanços foram feitos no combate aos crimes ambientais. A legislação foi ampliada e os mecanismos de controle foram fortalecidos. Além disso, a divulgação e a indignação social diante desses crimes também cresceram significativamente (LD1, p. 304).

Nota-se que esse texto valoriza a ação coletiva dos movimentos ambientalistas e mostra os avanços conquistados mediante às ações desses grupos. Traz presente uma ideia de que a coletividade deve prevalecer sobre os interesses e necessidades individuais e que os direitos ambientais, frutos de uma

luta coletiva, tem força para mudar condutas de empresas e governos, no sentido do atendimento aos interesses e necessidades da população.

A presença de texto com essa abordagem é uma exceção nos livros analisados. Nos demais textos das obras estudadas não foram encontradas referências à participação da sociedade nas esferas políticas, nem discussões sobre o desenvolvimento científico-tecnológico a partir da análise e discussão do meio social em que serão incluídos novos conhecimentos e/ou produtos tecnocientíficos, tampouco questionamentos em relação ao fato de os processos decisórios ficarem unicamente sob a responsabilidade de especialistas.

Sobre essa questão, o LD3 apresentou um texto que fez referência aos processos decisórios guiados unicamente pela racionalidade científica:

[...] Os atuais limites aceitos de poluição atmosférica adotados pelo Brasil foram estabelecidos em meados de 1980, traduzindo o conhecimento científico disponível na década de 1970. Em vários países da Europa, nos Estados Unidos e no Canadá, houve uma redução progressiva dos níveis aceitáveis de poluentes atmosféricos, mudanças estas geradas pela incorporação de estudos epidemiológicos e clínicos que demonstraram a existência de efeitos adversos à saúde humana em patamares muito mais baixos do que anteriormente se imaginava. O Brasil e a maioria dos países em desenvolvimento mantiveram inalterados seus padrões, como se ignorassem os novos conhecimentos ou preferissem aumentar sua capacidade produtiva mesmo que à custa de prejuízos à saúde humana (LD3, p. 243).

Esse fragmento – que é parte de uma leitura complementar inserida nas orientações aos docentes do LD3 – apesar de trazer indicativos quanto às contradições presentes no contexto brasileiro no que tange à legislação sobre qualidade do ar e produção industrial despreocupada com a poluição atmosférica, apresentou uma orientação em torno dos processos decisórios que recai sobre o argumento científico. Ou seja, o texto expressa que com base nos resultados de estudos científicos é que foram adotadas medidas para diminuição da poluição em outros países e, no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, esperava-se que pautadas nos conhecimentos científicos, também fossem adotadas medidas semelhantes.

Assim, esse texto sugere que o critério para tomada de decisão é a dimensão científica. Não se verifica qualquer menção a considerações do problema em uma perspectiva mais ampla, abarcando, por exemplo, questões políticas, econômicas, éticas, ficando subentendida a ideia de que o conhecimento científico –

acessível aos especialistas – garante decisões adequadas. Apoia-se, portanto, em um modelo decisório tecnocrático, no qual “a decisão política é tomada exclusivamente em função do referencial dos especialistas em ciências e em tecnologia” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 100).

Com essa observação, não se pretende questionar a relevância dos conhecimentos científico-tecnológicos, nem do papel dos especialistas, mas se pretende chamar a atenção para o fato de que os livros didáticos analisados não contribuem para mostrar a necessidade e/ou a possibilidade de participação social nos processos decisórios que envolvem ciência e tecnologia, pois além de não considerar esse tipo de participação, a presença de texto, como o citado anteriormente, traz uma posição tecnocrática, na qual as decisões ficam sob a responsabilidade de especialistas, os quais apoiados no conhecimento científico-tecnológico, asseguram tomadas de decisão apropriadas.

De acordo com Cachapuz (2011, p. 23):

[...] a posse de profundos conhecimentos específicos, como os que têm os especialistas num determinado campo, não garante a adoção de decisões adequadas, mas garantem a necessidade de enfoques que contemplem os problemas numa perspectiva mais ampla, analisando as possíveis repercussões a médio e longo prazo [...] É deste modo que podem contribuir pessoas que não sejam especialistas, com perspectivas e interesses mais amplos, sempre que possuam um mínimo de conhecimentos científicos específicos sobre a problemática estudada, sem os quais é impossível compreender as opções em jogo e participar na adoção de decisões fundamentadas.

O que se espera é que os cidadãos tenham acesso e apropriem-se de conhecimentos científicos que lhes permitam entender as questões em pauta, desenvolver capacidades e valores que favoreçam uma participação adequada, com um compromisso com a coletividade e a partir de uma abordagem global, com considerações de outras dimensões, para além da dimensão científico-tecnológica.

Nesse sentido, os livros didáticos de ciências poderiam contribuir mostrando que os processos científico-tecnológicos são construções humanas, guiados por interesses e cujos conhecimentos são provisórios e sujeitos a erros, de modo que as tomadas de decisão em ciência e tecnologia precisam envolver diversos grupos, além da comunidade científica, para que sejam representados os valores e os interesses da sociedade como um todo.

Em consonância com as discussões de Feenberg (2010c, p. 106) e Dagnino, Silva e Padovanni (2011), o que se espera é uma compreensão de ciência e tecnologia como construções sociais passíveis de controle e condicionadas por valores e interesses sociais, políticos e econômicos. E como tal, podem ser orientadas por outros valores e interesses mais coerentes com os valores humanos da justiça, da equidade, do respeito à vida e ao meio ambiente, o que implica, necessariamente, submetê-la ao controle democrático. Nas palavras de Feenberg (2010c, 106): “o mais fundamental para a democratização da tecnologia é encontrar maneiras novas de privilegiar esses valores excluídos e de realizá-los em arranjos técnicos novos. Uma realização mais plena da tecnologia é possível e necessária”.

Considera-se que as obras didáticas poderiam ser instrumentos auxiliares na compreensão da tecnociência como construção humana e como “suporte para estilos de vida”, como afirma Dagnino, Silva e Padovanni (2011). Colaborariam, também, na aprendizagem de um outro modelo de participação, um modelo democrático. Para tanto, os livros poderiam contribuir a partir de textos e propostas de atividades que auxiliassem os professores e estudantes na compreensão ampliada sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, bem como no desenvolvimento dos alunos quanto às suas capacidades de pensamento crítico, de compreensão, de comunicação, de tomada de decisão e de ação consciente e responsável frente as problemáticas do seu contexto social que envolvem assuntos controversos relacionados à ciência e à tecnologia.

Isto é, os livros poderiam colaborar no processo de aprendizagem da participação social em torno de questões sociocientíficas, de modo a preparar os alunos para a ação sociopolítica, tanto na esfera pessoal, quanto coletiva, pautada em conhecimento científico e em valores, como os éticos e humanos, do respeito ao próximo e ao ambiente, do compromisso para com os interesses coletivos, da corresponsabilidade na busca da construção de uma sociedade mais justa, ética, solidária e sustentável. É isso que defendem pesquisadores como Santos e Schnetzler (2010), Reis (2013), Hodson (2014; 1998), Marques e Reis (2017), entre outros.

Todavia não é o que se vê nos livros didáticos analisados, ao contrário, observaram-se textos que trazem subjacentes uma visão de ciência e tecnologia neutras, cuja perspectiva de participação social foi: i) limitada à mera identificação

da presença da ciência e da tecnologia no meio social, sem qualquer análise em relação aos seus benefícios ou riscos e efeitos negativos; ii) limitada ao reconhecimento da presença da ciência e da tecnologia focadas nas repercussões positivas; e/ou, ainda, iii) reduzida à avaliação de aspectos positivos e negativos e/ou ao reconhecimento de implicações sociais pós-produção e pós-consumo, voltada à redução de impactos negativos, com foco em ações individuais, que embora importantes e necessárias do ponto de vista do entendimento do próprio papel social que cada sujeito desempenha, limitada do ponto de vista de uma participação social mais ampla e, sobretudo, da crítica ao modelo de desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo.

A próxima seção apresenta os resultados referentes às propostas de atividades sugeridas nos livros didáticos e a abordagem dessas no que se refere às relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

6.5 PROPOSTAS PARA A COMPREENSÃO DAS INTER-RELAÇÕES CTS

Esta categoria corresponde à dimensão B de análise, na qual o foco foi verificar os encaminhamentos metodológicos e as atividades propostas nos livros investigados quanto às suas abordagens à tríade CTS. Na matriz de análise foram elencados cinco indicadores dessa dimensão, os quais expressam diferentes possibilidades de propostas no desenvolvimento de um ensino de ciências sob o enfoque CTS.

A partir da análise dos livros constatou-se que tal como identificado nos textos de apresentação de conteúdo, nos encaminhamentos metodológicos e atividades sugeridas, identificadas como explícitas neste estudo, predominou uma abordagem superficial, que pouco fomenta o entendimento das relações CTS. Foram escassas as propostas que apresentaram uma abordagem capaz de instigar os professores e alunos a explorar e discutir de maneira mais consistente as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Na grande maioria das propostas, identificaram-se atividades que, apesar de trazerem assuntos relacionados à ciência e à tecnologia, efetivamente não exploraram aspectos CTS de modo a favorecer o entendimento das suas relações. Nesse grupo de propostas, incluíram-se aquelas identificadas como implícitas.

Do conjunto de propostas sugeridas nos livros didáticos, as quais explícita ou implicitamente fizeram referência às relações CTS, verificou-se uma predominância de atividades desencadeadas mediante perguntas diretas para exploração oral do assunto em pauta, bem como tarefas de leitura e interpretação de textos e sugestões de pesquisas simples, entre as quais não se observaram orientações para o encaminhamento de um processo investigativo. Essas propostas foram identificadas como representativas do indicador B1 da matriz de análise, o qual corresponde ao grupo de propostas que estimulam o estudante a expressar ideias e opiniões, conhecer outras opiniões e argumentos, discutir e compartilhar pontos de vista, refletir, observar, argumentar, dar explicações, analisar e confrontar diferentes visões e argumentos sobre aspectos sociais relativos à ciência e à tecnologia.

Pela consulta ao quadro síntese 17, pode-se observar a presença expressiva de propostas incorporadas nesse grupo, comparativamente as propostas identificadas em outros grupos da dimensão B de análise. Atividades investigativas (correspondentes ao indicador B2), envolvimento em projetos sobre questões relativas à ciência e à tecnologia (B3) e proposições de envolvimento dos alunos na busca de alternativas para problemas reais do seu entorno (B4) ou a inclusão de propostas interferentes na realidade (B5) foram localizadas de modo pontual e sua presença não ocorreu em todas as obras, conforme mostra o quadro 17.

Quadro 17 - Frequência de indicadores explícitos e implícitos em cada obra na categoria Propostas para a compreensão das inter-relações CTS

Categoria	Trechos LD		Indicadores					Total
			B1	B2	B3	B4	B5	
Propostas para a compreensão das inter-relações CTS	LD 1	E	9	-	-	-	1	10
		I	21	-	-	4	1	26
		Total	30	-	-	4	2	36
	LD 2	E	5	-	-	-	-	5
		I	7	-	-	-	-	7
		Total	12	-	-	-	-	12
	LD 3	E	8	1	1	-	1	11
		I	27	2	1	4	-	34
		Total	35	3	2	4	1	45
	Total Geral		77	3	2	8	3	93

Fonte: Autoria própria

Não se tem a pretensão, neste estudo, de hierarquizar as propostas, pois os diferentes encaminhamentos que de algum modo colaboram para a compreensão das inter-relações CTS têm validade e importância nos contextos educativos. Sendo assim, o que se pretende é problematizar diferentes possibilidades de atuação, no intuito de reconhecer potencialidades, limites e explicitar motivos para a escolha de um ou de outro encaminhamento, sem perder de vista que as escolhas variam conforme os propósitos educativos que se têm e/ou as situações e contextos de ensino.

No entanto cabe apontar que entre as atividades sugeridas nas obras didáticas houve ênfase em encaminhamentos pouco mobilizadores do protagonismo estudantil no processo de aprendizagem, como pode ser observado no quadro 18.

Quadro 18 – Tipos de propostas identificadas nos LD

Propostas	LD/ Ocorrências registradas			Total
	LD1	LD2	LD3	
Tarefas convencionais de leitura, interpretação/ atividades de verificação/ fixação de conteúdos	24	6	23	53
Debates/ pesquisas simples/ discussões em sala/ reflexões coletivas	6	6	12	24
Atividades investigativas	0	0	3	3
Desenvolvimento de projetos	0	0	2	2
Envolvimento em questões do entorno social, com engajamento na busca de soluções para problemas reais	4	0	4	8
Aplicação dos conhecimentos em intervenções na realidade	2	0	1	3
Total	36	12	45	93

Fonte: Autoria própria

As sugestões mais recorrentes nas obras estudadas (53 de 77 identificadas como B1, de um total de 93 propostas representativas da dimensão B de análise), privilegiaram tarefas convencionais de leitura, interpretação, atividades de verificação e de fixação de conteúdos, que explícita ou implicitamente manifestaram aspectos CTS.

Com menor frequência, observaram-se propostas que favorecem uma participação mais ativa, criativa, desenvolvimento de capacidades e atitudes necessárias à participação social, como: propostas de debates, de pesquisas simples, de discussões em sala, de reflexões coletivas (24 de um total de 93), de

atividades investigativas (3 de 93), de desenvolvimento de projetos (2 de 93), de envolvimento em questões do entorno social, com o reconhecimento de problemáticas locais e o engajamento na busca de soluções para problemas reais (8 de 93), e da aplicação dos conhecimentos em intervenções na comunidade, em assuntos ligados à ciência e à tecnologia (3 de 93).

As propostas identificadas, em sua maioria, pouco instigam a curiosidade, a capacidade de pensar e agir criativa e responsavelmente, a sensibilidade e o envolvimento com as problemáticas do entorno social.

Se os professores centrarem os encaminhamentos didático-pedagógicos em atividades de leitura de textos e perguntas sobre o seu conteúdo, sem investir em práticas potencializadoras do interesse, da participação efetiva dos alunos na construção de conhecimentos, do desenvolvimento de capacidades cognitivas, sociais, éticas e da participação social concreta na realidade, seria possível prepará-los para uma postura interferente, criativa e responsável perante os problemas atuais que envolvem ciência e tecnologia?

De acordo com Hodson (1998), se os professores não recorrerem às questões provenientes do cotidiano dos alunos, que os afetam pessoal e socialmente, e não explorarem tarefas que solicitem a mobilização dos conhecimentos científicos em contextos e situações reais, tratando os temas de ciências artificial e abstratamente, poderão contribuir para que alguns alunos - aqueles com elevado desempenho escolar - tenham sucesso em memorizar, analisar e resolver problemas acadêmicos, todavia, muitos deles não conseguirão aplicar os conhecimentos nas práticas sociais. Isso pode reforçar uma ideia de que o saber aprendido na escola não possui valor fora dela.

Na visão desse autor, a mobilização de conhecimentos científicos nas ações sociais somente será possível se ensinados e experimentados, pelo menos em parte, nos contextos em que poderão ser utilizados, o que pode ser concretizado por meio da realização de investigações científicas, tanto dentro quanto fora dos laboratórios, e do envolvimento social e ambiental.

Hodson (1998) ressalta a impossibilidade de a escola contribuir para a formação de sujeitos cientificamente alfabetizados por meio de um currículo tradicional e metodologias transmissivas. Para ele, a alfabetização científica poderá ser conquistada mediante um currículo de ciências: i) pautado em assuntos locais,

regionais, nacionais e globais, selecionados pelos docentes e estudantes; ii) que leve em consideração os conhecimentos, crenças, valores, aspirações e experiências individuais dos estudantes; iii) no qual ciência e tecnologia sejam apresentadas como práticas humanas, que influenciam e são influenciadas pelo contexto social; iv) com uma educação científico-tecnológica politizada e baseada em valores humanos e ambientais; v) no qual todos os estudantes tenham a possibilidade de realizar investigações científicas e de se engajar em tarefas de resolução de problemas escolhidos e concebidos por eles mesmos.

A partir da incorporação desses aspectos é possível dar sentido à ciência escolar, apresentar uma visão de ciência e tecnologia como empreendimento humano carregado de interesses e valores sociais, envolver os alunos no processo de aprendizagem, despertar o seu interesse pelas práticas científico-tecnológicas e prepará-los com conhecimentos, capacidades, valores e atitudes para intervir, desde o momento presente, comprometida e responsavelmente no meio social sobre questões relacionadas à ciência e à tecnologia.

Contudo, os livros didáticos de ciências analisados neste estudo estão muito aquém de contribuir para esses propósitos.

Nas propostas sugeridas nos livros, além de um predomínio de atividades pouco propositivas, prevaleceram atividades que não incorporaram explicitamente aspectos CTS e mesmo entre as propostas explícitas, observou-se uma abordagem limitada, parcial quanto à superação de mitos vinculados à ciência e à tecnologia.

As atividades identificadas como representativas do indicador B1 ganharam destaque nas três obras: 35 ocorrências no LD3; 30 no LD1; e 12 localizadas no LD2. Em todos os livros, a maior parte dessas propostas apresentaram de maneira implícita aspectos CTS. No LD3, de um total de 35 propostas, 27 se referem a atividades implícitas e apenas 8 abordaram de maneira clara aspectos das relações CTS. No LD1, de 30 propostas, 21 foram implícitas e 9 explícitas e no LD2, de 12 propostas, 7 foram identificadas como implícitas e 5 como explícitas.

Os próximos exemplos se referem às propostas implícitas localizadas nos livros didáticos, nas quais não foram exploradas, de fato, relações CTS, mas sinalizam propostas que potencialmente poderiam abordá-las:

Observe a foto da página ao lado [figura 3] e responda às questões em seu caderno.

- a) Qual sua primeira impressão dessa imagem?
- b) Que elementos predominam na imagem?
- c) Com base no que você vê na foto, identifique elementos naturais e os elementos introduzidos pelo ser humano.
- d) Que atitudes poderiam evitar que essa cena acontecesse? (LD1, p. 60-61).

Figura 3 - Córrego poluído em Nova Era, Minas Gerais, 2011.



Fonte: LD 1 (2014, p. 60)

A proposta, retirada do LD1, ilustra uma forma comum presente nesse livro de abordar implicitamente aspectos das relações CTS. Nota-se que esse tipo de atividade pouco instiga o senso de criticidade dos alunos em relação ao tema em pauta – a poluição. Focaliza somente sensibilizar os alunos no que diz respeito à imagem (poluição do córrego) e o que pode ser feito para amenizar impactos. Não há uma preocupação em levar os estudantes a identificar e refletir sobre quais são esses impactos, muito menos se observa problematização a respeito do atual modelo de produção e consumo. Também não se verificam questionamentos que possam conduzir a uma reflexão acerca das atitudes humanas quanto ao uso de produtos e seu descarte, nem quanto à necessidade da promoção de um novo estilo de desenvolvimento tecnológico, orientado por outros valores e por outros modos de produção, sustentado em bases ecológicas, como discutido por Carletto e Sant’Anna (2006).

A questão ambiental está estritamente articulada às questões econômicas e socioculturais, entretanto, esses aspectos que revelariam as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade não foram contemplados na proposta. E isso se repetiu em outras atividades relativas às questões ambientais e também em propostas vinculadas aos outros temas de estudo, tanto no LD1, quanto nos livros 2 e 3 analisados.

Os trechos extraídos do LD2 e 3 são outros exemplos de propostas nas quais aspectos CTS compareceram implicitamente:

Converse com os colegas e responda: quais cuidados a indústria deve tomar para não prejudicar o meio ambiente? (LD2, p. 247).

1. Leia a letra da música [Rap do lixo] e responda às questões no caderno.
 - a) De quais “Rs” a letra da música fala? Copie no caderno as alternativas corretas.
reduzir reutilizar recuperar reciclar repensar
 - b) Copie os versos que justificam sua resposta.
 - c) Você pratica algum dos cinco “Rs”? Qual? Explique.
 - d) Copie da letra da música duas maneiras de reutilizar o lixo.
 - e) Leia novamente o trecho da música em destaque e responda: Como as sacolas estão matando as tartarugas? (LD3, p. 72-73).

Figura 4 - Rap do lixo

Rap do lixo

Só jogue no lixo
O que for lixo de verdade
Se você joga no lixo
O que ainda tem serventia
Contribui pra acumular
Um monte de porcaria
Que pode sair rolando
No meio da enxurrada
E voltar, quem sabe quando?
Para cima da calçada
Só jogue no lixo
O que for lixo de verdade
Se o sapato tem conserto
Leve-o pra consertar
[...]
**Cuidado com as sacolas
Que vêm do supermercado
Porque elas estão matando
Tartaruga adoidado**
Só jogue no lixo
O que for lixo de verdade
O potinho de palmito
Serve pra fazer compota
E a casca de verdura
Adubo pra sua horta
Aquilo que não é lixo
Não deve ser descartado






Se ainda tem serventia
Deve ser reutilizado
Só jogue no lixo
O que for lixo de verdade
Pilha e outras baterias
Em local apropriado
Não agridem o planeta
Não destroem nossos prados
Pois, então, fique ligado
Nesse toque inteligente
Pois, por mais que não pareça
Esse planeta é da gente
Só jogue no lixo
O que for lixo de verdade
E se atearmos fogo
No que virmos pela frente
Nossa Terra sofrerá
Pois se tornará mais quente
O melhor é reciclar
É melhor usar de novo
O planeta agradece
Assim como o nosso povo
Só jogue no lixo
O que for lixo de verdade

"Rap do lixo", de Márcio Coelho

Fonte: LD3 (2014, p. 72)

As duas propostas supracitadas não apresentam uma abordagem que desvela as inter-relações CTS. Entretanto poderiam evidenciar essas relações, colaborando na sua compreensão.

A atividade supracitada, sugerida no LD2, não estimula uma discussão sobre a produção industrial e seu modelo de produção e consumo, na qual há grande extração de recursos naturais e geração de impactos e resíduos. Essas relações entre produção de bens de consumo, sistema econômico com sua lógica e estratégias de mercado, bem como as implicações socioculturais ficaram ausentes na sugestão dessa atividade.

Em tal proposta não se verifica qualquer questionamento que conduza à identificação das repercussões negativas do modelo de produção industrial e consumo. Não se verifica, portanto, um direcionamento para identificação dos efeitos pós-produção, muito menos há preocupação em problematizar a produção e os valores e interesses econômicos, políticos, culturais que a envolve, cuja discussão é fundamental para a compreensão das inter-relações CTS.

A atividade do LD3, anteriormente citada, apesar de trazer um texto (letra da música “Rap do lixo”) que aborda sobre atitudes para amenizar o problema dos resíduos e impactos do seu descarte incorreto no ambiente, traz tarefas mecânicas, de retorno ao texto para simples cópia de trechos, como pode ser observado nos itens “a”, “b” e “d”. A questão “c” direciona para a identificação de práticas sociais que podem colaborar na redução de impactos (reutilizar, recuperar, reciclar) e a pergunta “e” volta-se para a identificação de uma consequência de um descarte incorreto. Contudo, no seu conjunto, a proposta não mobiliza conhecimentos, nem contribui para a compreensão das relações CTS, uma vez que não problematiza as relações humanas, com seus valores, desejos, conveniências pessoais, interesses sociais e econômicos, seja relacionado ao processo de produção de resíduos ou ao seu descarte no ambiente.

Conforme os dados da pesquisa, referentes à frequência de propostas nas quais se observaram explícita ou implicitamente a presença de aspectos CTS, a maior parte das atividades sugeridas nos livros didáticos assemelham-se a esses exemplos supracitados, ou seja, efetivamente não contemplaram as inter-relações CTS. Isso significa que somente um professor muito atento e com conhecimentos

quanto aos aspectos CTS, teria facilidade de aproveitar as atividades presentes nas obras para promover uma discussão mais ampla com seus alunos.

Em casos menos frequentes, verificaram-se propostas com aspectos CTS manifestados explicitamente, conforme ilustram os excertos a seguir:

1. Segundo o texto [Soando no vento], o vento vem sendo utilizado pelo ser humano para quê?
2. De que modo as turbinas eólicas geram energia?
3. Quais são as vantagens e desvantagens das usinas eólicas?
4. Você sabe por que a energia produzida nessas usinas é considerada energia limpa?
5. Em sua opinião, a instalação de usinas eólicas traz prejuízos ambientais? (LD1, p. 108).

Figura 5 - Soando no vento

Ler e interpretar

Soando no vento

O homem vem usando a força do vento há séculos. Barcos a vela viajam o mundo sem nada além da brisa do oceano para os impulsionar. Por centenas de anos, moinhos de vento vêm sendo usados para moer grãos, como os de milho, por exemplo. Em um passado mais recente, o vento começou a ser usado para gerar eletricidade por meio de turbinas eólicas. [...]

As turbinas eólicas são impressionantes de ver. Elas podem chegar a quase 110 metros de altura e têm duas ou três pás com até 50 metros de comprimento cada. Quando o vento bate, as pás giram e o mecanismo dentro do gerador, que fica embaixo, produz energia. As turbinas eólicas giram para ficar de frente para o vento e as pás podem ser ajustadas para girar na maior velocidade possível.

Por produzirem muito menos energia que uma central elétrica tradicional, que queima **combustíveis fósseis**, as turbinas eólicas ficam aglomeradas em parques eólicos (ou usinas eólicas), um conjunto de muitas turbinas, às vezes, aos milhares. Trabalhando juntas, elas podem produzir muito mais energia do que uma só turbina.

O mais interessante das usinas eólicas é que dependem unicamente de uma fonte de energia renovável: o vento, que nunca vai se esgotar. E elas não causam nenhuma poluição.

Mas têm algumas desvantagens: certas pessoas reclamam do barulho que as turbinas fazem e também dizem que elas não são lá muito bonitas. O maior problema é que só funcionam bem em lugares com muito vento e é preciso grande quantidade delas para produzir energia bastante para ser aproveitada.

Michael Driscoll e Dennis Driscoll. Trad. Luciano Vieira Machado. *Meio Ambiente – uma introdução para crianças*. São Paulo: Panda Books, 2010.

Combustíveis fósseis:
carvão e petróleo.



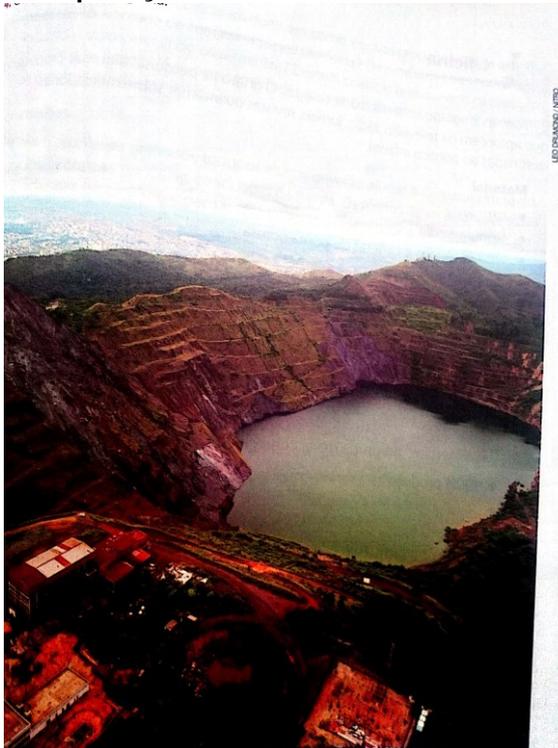
Usina eólica em Santa Catarina, em 2014.

Fonte: LD 1 (2014, p. 108)

14. Observe esta fotografia [Figura 6].
 - a) Cite uma consequência para a natureza da exploração do minério de ferro.
 - b) Recursos como o ferro são extraídos para fabricar diversos objetos. Converse com os colegas e respondam: o que vocês acham da exploração

de recursos naturais como a que aparece na foto para produzir objetos para o consumo? (LD2, p. 257).

Figura 6 - Exploração de minério de ferro em Minas Gerais



Fonte: LD2 (2014, p. 257)

Responda às perguntas no caderno.

- 1) As fotografias da página ao lado [Figura 7] mostram equilíbrio ou desequilíbrio ambiental? Isso pode ser positivo ou negativo? Justifiquem.
- 2) Vocês acham que é possível ter desenvolvimento econômico e social sem afetar o ambiente? Expliquem.
- 3) O que pode ser feito para controlar o número de animais transmissores de doenças, como ratos e baratas?
- 4) O que nós, seres humanos, podemos fazer para diminuir os impactos negativos de nossas ações no ambiente?
- 5) O homem é necessário para garantir o equilíbrio ambiental? Justifique (LD3, p. 75).

Figura 7 - Exemplos de desequilíbrio ambiental



Fonte: LD3 (2014, p. 74)

Nesses exemplos, aspectos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade compareceram de forma evidente. Observa-se que essas propostas, por um lado, sugerem um trabalho para a identificação de impactos do desenvolvimento tecnológico, o que contribui para a percepção de que a tecnologia não conduz, automaticamente, a uma vida melhor (BAZZO, 2014).

Por outro lado, uma característica comum das atividades indicadas nos livros é a omissão de questões que favoreceriam o entendimento das relações recíprocas entre ciência, tecnologia e sociedade. Há uma tendência nas obras analisadas em apresentar uma relação unidirecional, na qual são considerados os impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Mas a relação contrária – as influências da sociedade sobre a ciência e a tecnologia – são silenciadas, assim como são negligenciadas as relações de interdependência entre ciência e tecnologia.

No primeiro exemplo de atividade explícita supracitada, retirada do LD1, verifica-se claramente a intenção de que sejam percebidas as vantagens e desvantagens ou consequências negativas de uma inovação tecnológica – nesse caso, referente à implantação de usinas eólicas.

Considerações em relação às repercussões negativas também se fizeram presentes nos exemplos mencionados dos livros didáticos 2 e 3. Entretanto em todas essas propostas verifica-se uma abordagem limitada, pois não se observam elementos que possam subsidiar a análise, a construção de argumentos ou mesmo orientações quanto à busca de informações que possam favorecer o entendimento das questões em pauta. Não se verificam orientações ao professor para ampliar a discussão e fornecer exemplos concretos aos alunos em relação aos impactos ambientais, sociais, culturais, psicológicos, econômicos relacionados aos temas abordados nas atividades. Também não se observa questionamento em relação aos fatores sociais (prioridades, valores e interesses econômicos, políticos) que permeiam o desenvolvimento científico-tecnológico e as atividades humanas produtivas.

No exemplo extraído do LD3 (p. 75), a pergunta “Vocês acham que é possível ter desenvolvimento econômico e social sem afetar o ambiente? Expliquem”, sugere uma reflexão sobre o modelo de desenvolvimento atual, no entanto, o livro didático não fornece subsídios que colaborem para o estudante construir um posicionamento crítico sobre isso. No âmbito dessa atividade, nas orientações docentes, a sugestão foi:

Comentar que há diversas iniciativas atuais que pretendem aliar desenvolvimento econômico e social com a preservação ambiental. Uma delas é a extração sustentável de recursos naturais das florestas para a fabricação de cosméticos e outros produtos. Essa extração é feita de forma controlada, sem prejudicar a floresta, e é fonte de renda para as pessoas que trabalham com ela. Ressaltar que o ser humano também depende do ambiente para viver, por isso, a preservação ambiental é essencial para a nossa sobrevivência (LD3, p. 75).

Desse modo, as orientações ao professor foram elaboradas no sentido de sugerir o reconhecimento de algumas medidas do setor produtivo para amenizar e prevenir problemas ambientais. Isso é positivo. Entretanto considera-se essa orientação limitada, pois não apresenta elementos que favoreçam uma abordagem mais ampla, na qual sejam contempladas e não silenciadas, a existência de valores que direcionam os rumos da produção contemporânea e a consideração de que, tal como alerta Feenberg (2010b), sem uma produção de conhecimentos científico-tecnológicos sustentada em interesses e valores em consonância com um novo estilo de desenvolvimento - diferente do que está em curso, e compatível com a

cultura, com a história e com as necessidades do contexto latino-americano - não será possível promover a equidade, a justiça social e a sustentabilidade ambiental.

Sendo assim, verificou-se que nem na atividade dirigida aos alunos, nem nas orientações docentes compareceram elementos que conduzissem a uma visão crítica sobre o modelo de desenvolvimento atual. Essa omissão quanto aos valores e interesses sociais que orientam o desenvolvimento tecnocientífico e o modelo produtivo contemporâneo, foi constatada nessa e nas demais atividades sugeridas nos três livros didáticos analisados. Destaca-se que tal abordagem, por silenciamento, colabora para reforçar uma concepção neutra de ciência e tecnologia.

A maior parte das propostas, identificadas como representativas do indicador B1, sugeriram leitura de textos/imagens presentes no livro didático e perguntas para serem respondidas no caderno e/ou oralmente. Com menor frequência, foram localizadas atividades que propuseram debates, pesquisas, como exemplificado a seguir:

2. O professor dividirá a classe em grupos. Leiam coletivamente o texto fictício.

Eletrópolis é uma pequena cidade brasileira. Nessa cidade há um grande rio cercado por vegetação nativa. Os moradores de Eletrópolis trabalham principalmente na lavoura. Por causa das fortes chuvas dos últimos meses, muitos agricultores perderam suas plantações e enfrentam dificuldades financeiras.

O jornal de Eletrópolis noticiou que o governo pretende aproveitar as águas do rio para construir uma usina hidrelétrica na cidade. Por um lado, muitos moradores aprovaram o projeto do governo, pois, além de gerar empregos, a usina produzirá energia elétrica para abastecer outras cidades próximas. Por outro lado, algumas pessoas não gostaram da ideia e foram contra a construção da usina. Elas alegaram que essa construção destruirá a vegetação próxima ao rio e prejudicará o ambiente.

▪ Se você fosse morador de Eletrópolis, seria contra ou a favor da construção da usina na cidade? Converse com os colegas do seu grupo, dê sua opinião e ouça a opinião deles.

3. Haverá agora uma votação na classe.

a) O professor preparará a urna e as cédulas de votação.

b) Leia a pergunta da cédula com atenção e faça um X para indicar qual é a resposta com que você concorda.

c) Em seguida, deposite a cédula na urna. O seu voto será secreto, ou seja, você não precisará mostrá-lo a ninguém.

4. O professor abrirá a urna e fará a contagem dos votos com a classe. A maioria dos votos decidirá o futuro de Eletrópolis (LD3, p. 23).

Propostas como debates requerem uma participação efetiva dos estudantes em sala de aula, solicitam o desenvolvimento de ponto de vista fundamentado sobre as questões em pauta, habilidades como síntese, comunicação oral, argumentação

e atitudes de respeito às ideias e aos pontos de vista dos colegas. Ou seja, é uma estratégia que contribui para despertar o interesse dos alunos pelas discussões tecnocientíficas atuais e para a aprendizagem da participação nessas discussões. Nesse sentido, é um tipo de estratégia recomendada em propostas de ensino com enfoque CTS (VIEIRA; BAZZO, 2007; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Todavia na atividade sugerida no LD3 em que o debate é proposto a partir de uma situação simulada, não há direcionamento para que os alunos assumam papéis distintos e posições divergentes, defendendo posicionamentos em relação ao problema.

De acordo com Vieira e Bazzo (2007), o debate simulado é desenvolvido a partir de uma questão controversa. Os estudantes são organizados em equipes, as quais representam papéis e defendem uma posição (sem necessariamente concordar com ela) e se implicam em atividade de pesquisa para busca de informações e construção de argumentos em defesa da posição assumida. Cria-se, assim, um ambiente democrático no qual os alunos expõem e confrontam argumentos para defender diferentes pontos de vista em torno da questão em pauta. Isso auxilia na aprendizagem da participação pública.

Na proposta sugerida no livro didático, não se observou essa organização para o debate. Não se verificaram orientações para o desenvolvimento (antes do debate) de um processo de investigação sobre o tema, o qual exige busca de informações em diferentes fontes, seleção, análise e síntese das informações para a construção e apresentação de argumentos que embasem o posicionamento sobre o tema. Observou-se sugestão de pesquisa no livro do professor, mas sem orientações quanto ao seu desenvolvimento, como pode ser constatado no trecho extraído da obra: “A qualidade do debate depende do preparo e do conhecimento dos alunos sobre o tema. Por isso, quanto mais pesquisarem sobre o assunto, mais proveitosa e rica será a atividade” (LD 3, p. 202).

Ou seja, essa estratégia sugerida no livro didático vem desacompanhada de uma orientação quanto aos procedimentos e problematizações necessárias para que a proposta possa efetivamente colaborar para a compreensão das inter-relações CTS e para a aprendizagem da participação social. Além de não fornecer sugestões para o procedimento do debate, também não contemplou a problematização que favoreça uma avaliação crítica de causas e consequências socioambientais da

implantação da usina hidrelétrica, assim como, não houve direcionamento para o debate quanto aos interesses e valores que sustentam o desenvolvimento de projetos como esse.

Destaca-se que as proposições de debates presentes nos livros 1 e 2 também não apresentaram sugestões que auxiliassem o professor na organização de uma prática que levasse em conta, de maneira ampla e crítica, as inter-relações CTS, como pode ser observado no próximo exemplo em que os alunos são incentivados a reconhecer fontes de energia renováveis e não renováveis e debater sobre vantagens ou desvantagens dos seus usos:

Observe no gráfico quais são as fontes de energia renováveis e não renováveis usadas no Brasil.

O que você acha que é mais vantajoso: investir em fontes de energias renováveis ou não renováveis? Converse com seus colegas (LD1, p. 221).

Professor, incentive o debate solicitando aos alunos que façam pesquisas para listar aspectos positivos e negativos das diferentes fontes de energia (LD1, p. 221).

A proposta citada na sequência, extraída do LD2, é outro exemplo de atividade que solicita envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, todavia, tal como as atividades mencionadas anteriormente, é limitada em termos de problematizações que colaborem para o desenvolvimento do pensamento crítico:

Forme um grupo com mais dois colegas. O grupo irá pesquisar algumas propagandas que aparecem na televisão, rádio, jornais, revistas ou internet sobre mercadorias destinadas ao público infantil.

Material [...]

Como fazer

1. O grupo deverá se organizar para assistir a programas que passam na televisão ou aparecem em jornais, revistas e na internet. No caso das propagandas para televisão, elas aparecem nos horários com programação infantil, com filmes e desenhos animados.

2. Cada membro do grupo deverá observar uma ou duas propagandas e anotar:

- Qual produto está sendo anunciado?
- Para quem é esse produto?
- Qual é a marca do produto e o nome do fabricante?
- Como é a propaganda? Ela tem desenhos, música, crianças, animais? O que as crianças estão fazendo? Elas parecem estar felizes?

3. Depois, o grupo deverá reunir o material observado e escolher duas ou três propagandas. É importante que escolham propagandas de produtos diferentes. Por exemplo: brinquedos, refrigerantes, sanduíches, bolachas e doces, aparelhos eletrônicos etc. Com a ajuda do professor, deverá conseguir imagens dos produtos e das propagandas que os anunciam.

4. O passo seguinte é recortar e colar as figuras em uma cartolina. Cada figura deverá ter uma legenda – um pequeno texto na parte de baixo da

imagem que explique do que ela trata. O mesmo trabalho poderá ser feito em computador, com ajuda do professor.

Discussão dos resultados

- Cada grupo deverá apresentar para o restante da turma o seu trabalho. Depois, é importante que todos conversem sobre como são as propagandas e os produtos que foram anunciados. Discutam questões como: com as propagandas, as crianças poderão ter vontade de comprar aqueles produtos? Os produtos anunciados são industrializados, incluindo os alimentos? Existem crianças que querem os produtos porque seus amigos já os possuem? Todas as crianças devem comprar e consumir os mesmos produtos? Por quê?

Conclusões

- Com o auxílio do professor, todos os alunos deverão ajudar a preparar um texto na lousa com as principais conclusões da turma. Os alunos deverão anotar essas conclusões no caderno e pensar se o trabalho pode ajudar a mudar hábitos do dia a dia (LD2, p. 258-259).

Essa atividade coloca os alunos como sujeitos de aprendizagem e propõe uma pesquisa sobre uma questão presente na vida das crianças: as propagandas veiculadas pelos meios de comunicação. Educar os alunos para que sejam capazes de analisar, avaliar, compreender informações e discursos divulgados pela mídia é fundamental para a formação dos cidadãos. Hodson (2014) chama esse processo formativo de “alfabetização midiática”. Segundo o autor, uma pessoa alfabetizada midiaticamente, entre outras questões, reconhece intenções, interesses e significados implícitos nas mensagens, bem como, percebe a presença de elementos utilizados para chamar a atenção das pessoas, acionar emoções, convencer em relação a um ponto de vista.

Contudo os questionamentos indicados na proposta do livro didático pouco instigam os alunos a analisar os materiais pesquisados, a compreender os interesses que estão implícitos e as estratégias utilizadas nas propagandas para persuadir leitores, telespectadores ou ouvintes das mensagens veiculadas. Da mesma forma, estão ausentes problematizações que contribuam para a compreensão das relações entre produção de bens e consumo na sociedade atual, com suas repercussões no ambiente e nas relações socioculturais, bem como sobre os valores e interesses econômicos que determinam desde o processo de concepção de um produto até sua materialização, comercialização e descarte – aspectos esses essenciais para o entendimento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A análise das atividades sugeridas nos três livros didáticos mostra a presença de uma visão de ciência e tecnologia supostamente neutras, isentas das

influências sociais. Essa constatação decorre, principalmente, de ausências, de omissões nas obras estudadas quanto à presença de valores e interesses sociais particulares nos processos de concepção e produção científico-tecnológicas, de omissões quanto ao fato de que os produtos/resultados das inovações tecnocientíficas incorporam e concretizam valores e interesses dos grupos sociais que criaram tais produtos/resultados.

A concepção de neutralidade foi identificada, também, em propostas nas quais apareceu subjacente um discurso da “boa” e “má” utilização da tecnologia, como pode ser verificado nos excertos a seguir:

Converse com os colegas sobre estas questões.

1. De que forma a tecnologia pode contribuir para diminuir a poluição das cidades?
2. O uso da tecnologia sempre traz benefícios às pessoas? (LD1, p. 100).

1. O que você observa em cada imagem [Figura 8]?
2. Que prejuízos e efeitos negativos os avanços da tecnologia podem provocar no meio ambiente e nas pessoas?
3. Considerando cada uma das situações, de que modo a tecnologia poderia ser utilizada para a paz e o bem-estar das pessoas? (LD1, p. 109).

Figura 8 - Efeitos da evolução da tecnologia no mundo

As imagens abaixo mostram alguns efeitos da evolução da tecnologia no mundo. Responda às questões no caderno.



Fonte: LD1 (2014, p. 109)

Nessas atividades, três aspectos podem ser observados: primeiro, veiculam uma ideia de superação apenas parcial da perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia. Apesar de sinalizar a inexistência de uma linearidade – na qual a produção de mais ciência e tecnologia resultaria em maior desenvolvimento econômico que, levaria ao bem-estar social - as questões elencadas nas propostas ficaram reduzidas à consideração de que a tecnologia pode gerar tanto efeitos benéficos, quanto efeitos negativos à sociedade. A questão estrutural, referente ao fato de que tanto as repercussões positivas, quanto negativas resultam, sobretudo,

de projetos de desenvolvimento tecnocientíficos concebidos segundo determinados valores e interesses, permaneceram silenciados nas sugestões das atividades, assim como nas orientações docentes.

Segundo, o questionamento da atividade supracitada: “De que forma a tecnologia pode contribuir para diminuir a poluição das cidades?” (LD1, p. 100), sem qualquer problematização em relação ao modelo de desenvolvimento socioeconômico atual e as causas da degradação ambiental, pode levar a uma ideia de que a problemática poderia ser resolvida simplesmente com a produção de mais tecnologias, de tal modo que a solução seria o aumento de investimento em ciência e tecnologia. Trata-se, portanto, de uma visão ingênua, na medida em que sugere o pensamento em relação a tecnologias que não poluam o ambiente, silenciando quanto ao modelo de desenvolvimento e estruturas de poder hegemônicas.

Terceiro, as propostas dão ênfase aos “usos” das tecnologias: “O uso da tecnologia sempre traz benefícios às pessoas?” (LD1, p. 100); “[...] de que modo a tecnologia poderia ser utilizada para a paz e o bem-estar das pessoas?” (LD1, p. 109). Ao realçar os “usos” sem qualquer consideração em relação aos processos, aos fatores sociais, econômicos, políticos, militares que condicionam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, ou seja, sem considerar que os rumos do seu desenvolvimento atende aos valores e aos interesses particulares de determinados grupos sociais, as propostas sinalizam uma visão neutra, instrumental da ciência e da tecnologia, que pode “ser utilizada indistintamente para atuar sob qualquer perspectiva de valor (ou, de modo simplista, para o bem ou para o mal)” (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011, p. 119).

Como alerta Feenberg (2010a, p. 63), é preciso compreender que “meios e fins estão conectados”:

Não podemos concordar com o instrumentalista quando afirma que as ‘armas não matam as pessoas, senão, as pessoas é que matam as pessoas’. Abastecer pessoas com armas cria um mundo social bastante diferente do mundo no qual as pessoas não têm armas. Podemos escolher em qual mundo desejamos viver, sob qual legislação, tornando a posse de armas legal ou ilegal (FEENBERG, 2010a, p. 63).

Nesse sentido, a tecnologia sob a perspectiva da teoria crítica, não é entendida como uma mera “ferramenta”, mas é vista “como estrutura para estilos de

vida”, sob os quais os sujeitos têm possibilidades de realizar escolhas e de “submetê-las a controles mais democráticos” (FEENBERG, 2010a, p. 63).

Contudo os questionamentos presentes nas propostas do livro 1, supracitadas, trazem subjacentes uma visão instrumental e o problema recai tão somente em relação aos “usos” que se faz dos produtos/resultados tecnológicos e não aos processos de desenvolvimento de tecnologias. Com isso ratifica-se, também, uma concepção de que à sociedade cabe simplesmente o papel de usuária das tecnologias, que vai avaliar impactos do uso dessa sobre a sociedade e buscar minimizar aqueles considerados negativos (ROSA; AULER, 2016).

Cabe destacar que, de modo geral, nas sugestões de atividades dos três livros didáticos analisados está presente essa perspectiva de participação social limitada à pós-produção científico-tecnológica. E, na maioria das propostas, o foco de ação para atenuar efeitos considerados negativos ou é atribuído aos sujeitos individualmente ou não se mencionam quem seriam os sujeitos responsáveis por essas ações.

A título de exemplos, seguem dois excertos retirados dos livros 1 e 3, nos quais a perspectiva de participação social é reduzida à avaliação de consequências e centrada em ações individuais para compensar ou amenizar impactos:

1. Faça no caderno uma lista de mudanças na paisagem provocadas pela ação humana que não foram mencionadas nesse tema.
2. Algumas mudanças na paisagem provocam desequilíbrios no meio ambiente. Por exemplo, o desflorestamento e a construção de grandes represas. Explique como podemos diminuir ou compensar em parte os efeitos desses desequilíbrios (LD1, p. 193).
3. Depois de recolhido, o lixo tem diferentes destinos.
 - a) Que consequências o lixo acumulado pode trazer para o ambiente e para as pessoas? Responda no caderno.
 - b) Por que existe a triagem e a coleta seletiva de lixo?
4. Na sua opinião que atitudes as pessoas podem tomar para produzir menos lixo? Converse com os alunos e professor.
5. Cada um de nós pode contribuir para produzir menos lixo e evitar que ele se acumule em ruas e calçadas. Converse com dois colegas, e, em uma folha à parte, façam um desenho para mostrar suas sugestões (LD3, p. 103).

Em nenhuma das propostas de atividades das obras didáticas se observou referência aos processos da ciência e da tecnologia. A ênfase recaiu sobre os produtos, os seus usos e sobre os sujeitos e não sobre os processos de concepção e produção científico-tecnológica. Permaneceu uma abordagem unidirecional dos

efeitos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, sem qualquer consideração em relação aos impactos recíprocos.

Todavia, por um lado, é preciso reconhecer que essas propostas têm sua validade, na medida em que colaboram com questionamentos alusivos a alguns aspectos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, e, ainda que de modo limitado, sinalizam uma possibilidade de participação social, conforme asseveram Strieder e Kawamura (2014) e Rosa e Auler (2016).

Por outro lado, também é importante reconhecer que esse tipo de abordagem é limitada e cria as condições propícias para a perpetuação de uma concepção de neutralidade da ciência e da tecnologia e para a legitimação de modelos decisórios tecnocráticos como discutido por Rosa e Auler (2016).

Dessa maneira, observou-se que, predominantemente, as atividades elencadas como representativas do indicador B1 presentes nos livros analisados, são limitadas quanto as suas contribuições para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes no que tange à compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade e das possibilidades de participação social em assuntos relacionados à tecnociência.

Cabe apontar que foram localizadas atividades com desdobramentos interessantes, mas também limitadas quanto as problematizações sugeridas, como pode ser verificado nos trechos a seguir:

Solicitar aos alunos que pesquisem a atuação de afrodescentes e indígenas brasileiros em diversos setores profissionais: Política, Pesquisa Científica, Medicina, Engenharia, Direito, entre outros (LD2, p. 323).

Estes dois filmes [Quase Deuses e Mãos talentosas] podem ser vistos pelos alunos para que, depois, realizem um debate sobre as relações étnico-raciais e reflitam por que cientistas afrodescentes foram excluídos das enciclopédias e nunca citados em livros didáticos. [...] Desmontar o mito que a Ciência é feita por homens brancos; promover a alteridade e combater o sexismo com os alunos (LD2, p. 323).

Para compreender a importância da descoberta do mundo microscópico sugerimos assistir com os alunos ao filme A história de Louis Pasteur. Temas como metodologia científica; higiene; vacinas, História da Ciência, a importância do microscópio para a Medicina e o desenvolvimento dos alimentos; preconceito e aspectos políticos são abordados nesse premiado filme. [...]

Professor, o rico material científico proporcionado pelo filme permite avaliar os alunos através de um debate. Propor aos educandos estas questões:

- 1 – Qual é o conflito que aparece no filme?
- 2 – Por que tantas mulheres francesas morriam durante o parto?
- 3 – Qual a importância do microscópio para a cura das doenças?

- 4– Quais descobertas de Pasteur contribuíram para que as pessoas vivessem mais e com melhor qualidade de vida?
- 5 – Por que Pasteur não obteve reconhecimento de suas descobertas em sua pátria?
- 6 – Quais eram as acusações contra Pasteur?
- 7 – Numa roda de conversa, debata com os alunos essa frase de Pasteur: “A ciência não tem pátria” (LD2, p. 362).

As propostas supracitadas sugerem debates que podem ajudar a trazer à tona características de uma visão de ciência mais real e humana, como uma imagem de ciência não elitista, não sexista, restrita a minorias, sobretudo, homens e de pele branca – na primeira e segunda atividade; na terceira, o debate pode colaborar para mostrar uma ciência contextualizada social e historicamente, uma ciência útil, relevante, dinâmica e sujeita a alterações, não alheia aos conflitos sociais.

Apesar de sinalizar questões interessantes para o debate, nenhuma das propostas sugere aos professores analisar cuidadosamente e colocar em discussão qual é a imagem de atividade científica evidenciada nos filmes; que práticas são retratadas; e, a partir delas, que modos de ser cientista são transmitidos. Questionamentos como esses poderiam colaborar na desmistificação de algumas visões da prática científica, como por exemplo, a retratada no filme biográfico de Pasteur, que apresenta uma imagem de um cientista dedicado à ciência, privado de uma vida pessoal, social. Além disso, caberia colocar em debate discursos que sinalizam uma ideia de que, naturalmente, as (os) cientistas são interessados apenas em fazer a ciência avançar, tal como manifestado em discursos de Pasteur no filme já mencionado.

Problematizar essas imagens, narrativas históricas e visões que elas comportam, pode ajudar os estudantes a entender a rede de relações que envolve a atividade científica e a compreender que a ciência é feita por sujeitos sócio-históricos, os quais possuem crenças, pontos de vista, interesses particulares que atuam em um campo produzido socioculturalmente e nele estão presentes os valores e interesses sociais, as disputas pelo poder, os conflitos, as divergências. Ou seja, problematizar as diferentes visões que circulam sobre a ciência e a atividade científica pode colaborar no entendimento delas de modo mais real, mais humano.

No entanto, nos livros didáticos pesquisados, são exceções as atividades que problematizam a ciência, a sua história ou a imagem de cientista. No LD3, não

foi identificada nenhuma atividade que abordasse essas questões; no LD1, foi localizada apenas uma atividade e no LD2, foram encontradas somente as atividades anteriormente mencionadas.

No que se refere à proposição de atividades investigativas para explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTS (correspondentes ao indicador B2), verificou-se que somente o LD3 contemplou esse tipo proposta e de modo bastante pontual. Foram localizadas apenas três sugestões, sendo que dessas, somente uma contemplou aspectos CTS de maneira explícita.

A atividade de caráter investigativo é uma estratégia vinculada a questões desafiantes capazes de mobilizar os estudantes na participação ativa das diversas etapas do processo de resolução de problemas. Tratam-se de propostas que propiciam aprendizagens de conteúdos conceituais e procedimentais. Nesse sentido, a atividade de investigação implica não somente tarefas de manipulação ou observação, mas envolve outras características de um trabalho científico, tais como: reflexão, discussão, explicação, relato (AZEVEDO, 2004).

O exemplo, a seguir, ilustra uma proposta de caráter investigativo localizada no LD3:

O estudo do meio deve ser planejado e organizado para que os objetivos previstos sejam alcançados e a atividade se desenvolva de maneira tranquila e prazerosa. Para isso, sugerimos alguns procedimentos: [...]

d) Solicitar aos alunos que levem bloco de anotações e, se possível, máquina fotográfica.

e) Antecipadamente, na sala de aula, orientar os alunos a observar na propriedade rural:

- o tipo de propriedade (grande/empresa rural ou pequena/familiar);
- o(s) produto(s) cultivado(s) ou o(s) tipo(s) de rebanho(s) existente(s);
- o destino da produção (consumo próprio, mercado ou exportação);
- o tipo de tecnologia empregada (rudimentar ou moderna)
- o tipo de mão de obra empregada e as condições de trabalho;
- os impactos causados ao ambiente.

f) Ao retornar da visita, solicitar um relatório ilustrado (usando fotografias ou desenhos) descrevendo o que foi visto e aprendido, que deverá ser apresentado para possibilitar troca de ideias e discussões entre os alunos (LD3, p. 266).

Essa proposta traz características de uma atividade investigativa: é uma atividade de campo, com coleta de dados (observação, registros por meio de anotações e fotografias); planejamento prévio com orientações sobre o que observar; elaboração de relatório; apresentação de dados e discussões. No entanto não propôs um problema inicial que orientasse e instigasse o trabalho a ser desenvolvido com os estudantes. Ainda assim, nesse tipo de atividade, os

estudantes podem desenvolver suas capacidades de observação, de coleta e análise de dados, de comparação, de crítica, de avaliação, seleção de dados considerados relevantes e síntese.

Além disso, essa proposta sugeriu observações de alguns pontos e, entre esses, foram mencionados aspectos das relações CTS que podem desencadear discussões, como: tipo de produção e seu destino; tecnologia empregada, mão de obra e condições de trabalho e impactos das atividades sobre o ambiente.

O próximo exemplo também evidencia uma proposta com caráter investigativo, na qual deixou-se de manifestar explicitamente o problema a ser investigado, assim como, omitiram-se os aspectos CTS que poderiam ser incorporados na proposta:

A vegetação nas encostas

Para verificar como a vegetação atua nas encostas de morro, você vai fazer uma experiência em grupo.

Materiais

- Duas caixas retangulares (exemplo: caixas de camisa)
- Plástico para forrar as caixas
- Terra vegetal
- Sementes de alpiste
- Caixas de fósforo vazias
- Regador

Etapa 1. Forrar as caixas com o plástico.

Etapa 2. Colocar terra em uma das caixas e semear o alpiste.

Etapa 3. Regar a terra todos os dias.

Etapa 4. Quando as plantas já estiverem crescidas, é hora de preparar a segunda caixa. Colocar a terra e fincar nela as caixas de fósforo, como se elas fossem construções.

Etapa 5. Inclinar as caixas, como mostrado na ilustração.

Observe que as caixas representam duas encostas de morro: uma com vegetação e outra com construções e sem vegetação.

Etapa 6. Jogar água com o regador nas duas caixas e observar o que acontece.

Etapa 7. Fazer um desenho das caixas após a água ter sido jogada.

Etapa 8. Registrar no caderno as observações respondendo às perguntas.

- a) Em qual caixa o deslizamento de terra foi maior?
- b) O que ocorreu com as caixas de fósforo?
- c) O que explica a diferença entre os deslizamentos de terra nas duas caixas? (LD3, p. 70-71).

Nessa proposta, além da ausência de perguntas direcionadoras da atividade investigativa, deixou-se de solicitar aos alunos que levantassem suas hipóteses sobre o resultado da simulação. Como a atividade foi sugerida após o trabalho com o tema “enchentes e deslizamentos”, poderiam ter sido incluídas questões sobre desmoronamentos em áreas construídas (abordadas anteriormente no livro) que

favorecessem a discussão, o posicionamento crítico sobre o problema e propostas de solução para problemas reais. A única orientação didática foi: “Após a conclusão da experiência, pesquise com os alunos imagens de locais em que ocorreram deslizamentos. Depois, peça para eles relacionarem as condições desses locais com o que aprenderam no experimento” (LD3, p. 232).

Desse modo, apesar de se tratar de uma proposta que envolve os alunos em tarefas de observação, registros, análise, explicação, não houve um direcionamento para uma discussão sobre a problemática do deslizamento de terra, contemplando aspectos como suas causas, repercussões sociais, ambientais, econômicas, psicológicas e possibilidades de solução para um problema que aflige a sociedade.

Em relação à inclusão de propostas de envolvimento dos estudantes em assuntos relacionados à ciência e à tecnologia por meio de projetos de ensino, somente o LD3 apresentou sugestões (apenas duas). O trecho a seguir mostra uma inserção em que aspectos das relações CTS foram mencionados explicitamente:

A presença de lixões no bairro ou no município pode ser tema de um projeto, já que esses espaços causam sérios problemas, como poluição do solo, contaminação de águas subterrâneas, mau cheiro e proliferação de animais transmissores de doenças. Essa intervenção, por parte dos alunos, pode consistir em uma carta coletiva enviada às autoridades responsáveis. Conversar com os alunos sobre o consumo consciente, que diminui a produção de lixo e a exploração de recursos naturais. O tema deve ser constantemente retomado, já que tem relação com toda a cadeia produtiva. Repensar os hábitos de consumo pode promover a sustentabilidade e a saúde coletiva (de pessoas e animais), contribuir para reduzir a produção de lixo e a exploração de recursos naturais, por exemplo (LD3, p. 245).

Nessa proposta de desenvolvimento de projeto, foi sugerida a abordagem de problemáticas sociais provenientes da localidade dos estudantes, o que é muito relevante, pois tal prática possibilita a apropriação de conhecimentos a partir de contextos e situações reais, as quais dão sentido às atividades escolares e propiciam maior motivação, interesse e envolvimento mais efetivo dos alunos nas atividades. A proposição de elaboração de cartas a serem enviadas às autoridades locais, se conduzida como parte de um conjunto de estudo sistematizado sobre a problemática e com abordagem crítica acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, auxiliará os estudantes a se prepararem e participarem ativamente em ações em seu meio social, ou seja, contribuirá para a aprendizagem da participação

informada e responsável em questões sociocientíficas e socioambientais (HODSON, 1998; REIS, 2008 e 2013).

Entretanto, esses tipos de propostas com ênfase em problemas da realidade dos estudantes, revelaram-se como exceções nos livros didáticos analisados. Além disso, as poucas atividades sugeridas encontraram-se desacompanhadas de problematizações e orientações para um estudo aprofundado, as quais poderiam ajudar o professor na concretização de práticas de ensino com enfoque CTS em uma perspectiva crítica.

Propostas que sugeriram o envolvimento dos alunos em assuntos comunitários, de modo a favorecer o interesse e a busca coletiva de possíveis alternativas para problemas reais do entorno social (referente ao indicador B4) e proposições para o envolvimento dos estudantes em ações sociais concretas (correspondente ao indicador B5) foram encontradas de modo bastante pontual nas obras 1 e 3. O livro didático 2 não apresentou nenhuma sugestão com essas características.

Em relação ao indicador B4 foram identificadas oito propostas, sendo quatro no LD 1 e quatro no LD3. Apesar de apresentarem sugestões para o trabalho em torno de problemáticas reais propícias para uma discussão acerca das inter-relações CTS, essas não foram contempladas explicitamente.

Dentre essas propostas, no LD1 foram localizadas duas sugestões para a realização de pesquisa sobre problemas socioambientais da região e o levantamento de possíveis soluções para eles. O LD3, por sua vez, indicou uma atividade envolvendo pesquisa, como ilustrado a seguir:

Reúna-se com dois ou três colegas para fazer uma pesquisa em jornais, revistas e na internet sobre problemas ambientais presentes na região onde vocês vivem, como desmatamento, poluição, desperdício de água e de alimentos ou exploração de animais. Depois, montem cartazes apresentando os problemas encontrados. Lembrem-se de incluir fotos e legendas. Ao final, apresentem os cartazes para toda turma (LD1, p. 77).

Reúna-se com alguns colegas. Pesquisem em jornais, revistas e na internet quais são os principais problemas ambientais presentes na região em que vocês vivem. Depois, escrevam um texto sobre o assunto considerando as possíveis soluções para esses problemas (LD1, p. 162).

Existem rios ou córregos poluídos no lugar onde você mora? Por que isso acontece e o que os moradores e o governo estão fazendo ou poderiam fazer para resolver esse problema? Façam uma pesquisa e apresentem a informação em um cartaz. (LD3, p. 101).

Essas atividades ganham relevância ao proporem a abordagem de problemáticas contemporâneas que façam parte do contexto social dos estudantes e ao buscar envolvê-los em discussões sobre possíveis soluções para os problemas em pauta. Apesar de não proporem a realização de uma ação sociopolítica, estimulam a reflexão acerca de atitudes (individuais ou coletivas) que podem vir a ser adotadas.

De acordo com Hodson (2014), a probabilidade de os estudantes tornarem-se sujeitos ativos em suas vidas adultas é significativamente ampliada se eles forem encorajados a agir, no momento presente, mediante oportunidades para que o façam, e por meio do contato com exemplos de intervenções realizadas com sucesso por outras pessoas.

Na mesma ideia, Marques e Reis (2017) afirmam que enfrentar os problemas atuais demanda compreendê-los, tomar decisões e atuar, sendo que esse papel não cabe somente aos adultos. Nas palavras dos autores:

Aguardar que os alunos de hoje cresçam e se tornem adultos de amanhã para então exigir que saibam tomar decisões e agir perante os desafios sociais e ambientais é desperdiçar valiosas (e irrepetíveis) oportunidades de formar, já hoje e nas nossas escolas cidadãos conscientes da necessidade de participação na vida cívica (MARQUES; REIS, 2017, p. 216).

Compreende-se, assim, que os estudantes não são cidadãos do futuro, mas já o são no momento presente e a educação em ciências que recebem é fundamental para que assumam esse papel ativo e interferente na realidade, conscientes da necessidade do comprometimento com o coletivo social e conscientes de que podem influenciar o que acontece ao seu redor (MARQUES; REIS, 2017).

É nessa ótica, também, que se insere a educação em ciências sustentada em pressupostos freireanos, pois o processo de formação dos sujeitos é entendida como uma forma de contribuir para que cada cidadão supere uma compreensão ingênua do mundo substituindo-a por uma compreensão crítica, a qual não se dá sem a problematização da realidade mais próxima, das suas contradições, sem o desenvolvimento do pensamento crítico acerca dos problemas contemporâneos e sem a ação humana realizada em favor da transformação do próprio meio (AULER, 2007; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009).

Essas propostas requerem a apropriação de conhecimentos científicos para que seja possível ampliar a capacidade de compreensão da realidade, avaliar diferentes posições, construir argumentos, possibilitar a tomada de decisão informada e intervenções socialmente responsáveis.

Embora as sugestões de atividades encontradas nos livros didáticos (mencionadas como representativas do indicador B4) possam estimular a reflexão sobre atitudes (individuais ou coletivas) que podem vir a ser adotadas pelos alunos, não apresentaram orientações para uma apropriação mais aprofundada sobre os problemas em pauta, com a problematização de impactos sociais, ambientais, de suas causas, o reconhecimento de interesses sociais, políticos, econômicos inerentes às decisões científico-tecnológicas, o estabelecimento de uma posição com base em valores humanos e ambientais, essenciais para a tomada de decisão e para as ações frente às temáticas/situações discutidas, como pode ser observado neste outro exemplo:

No lugar onde você vive, há poluição visual e sonora? Se houver, conte aos colegas como esses tipos de poluição afetam você, seus vizinhos e a paisagem. Na sua opinião, como o problema poderia ser resolvido? (LD3, p. 99).

Da maneira como as sugestões de atividades foram apresentadas nos livros, sem indicativo (nem mesmo no livro do professor) para o planejamento e realização de um estudo sistematizado, de investigação ou desenvolvimento de outras tarefas que assegurem a apropriação de conhecimentos científicos e a discussão sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, pode sinalizar uma abordagem meramente superficial dos temas, sem embasamento e desenvolvimento de capacidades necessárias às tomadas de decisão e ações informadas e responsáveis frente às problemáticas discutidas.

Em contraposição a isso, o que se propõe nas práticas educativas com enfoque CTS, fundamentadas nos pressupostos de Freire, é que a partir da problematização de temas/problemas do entorno social, os estudantes percebam suas inconsistências, suas limitações quanto à compreensão dos temas e se envolvam em atividades que lhes possibilitem reconhecer que há outras visões e explicações, e apropriarem-se de outros conhecimentos, de modo a ampliar a sua própria compreensão e usar esses conhecimentos para interpretar, analisar e

compreender as situações/fenômenos do seu contexto (DELIZOICOV, 1991; DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992; AULER, 2007).

As propostas apoiadas em um currículo orientado para a ação sociopolítica também defendem a recusa à transmissão passiva de conteúdos desvinculados da realidade para uma organização a partir de temas provenientes do contexto social. Defendem, ainda, atividades de investigação pensadas e desenvolvidas pelos próprios estudantes, como suporte para a preparação e para a concretização de ações sociopolíticas (HODSON, 1998; 2003 e 2014; REIS, 2013; MARQUES; REIS, 2017).

Isso quer dizer que não basta abordar superficialmente as temáticas, é necessário estudá-las, promover o entendimento de que a ciência e a tecnologia são empreendimentos humanos, compreender criticamente as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, apropriar-se de conhecimentos científicos e desenvolver capacidades cognitivas, sociais e éticas que possibilitem uma autonomia intelectual e um envolvimento efetivo tanto no reconhecimento de problemas, quanto na busca de soluções, a partir da vivência democrática (REIS, 2013).

Nesse sentido é que Hodson (2014) defende uma educação científica e tecnológica mais politizada, na qual os estudantes sejam auxiliados a assumir uma postura ativa no processo de aprendizagem e na vida social, com uma consciência das suas relações e das suas responsabilidades com os outros e com o meio, com um comprometimento na luta por uma sociedade mais justa e ambientalmente sustentável, mediante o envolvimento em ações voltadas à concretização de mudanças em seu próprio contexto.

Ao analisar as atividades sugeridas nos livros didáticos aqui estudados, de modo geral, observou-se uma abordagem superficial, limitada e pouco crítica e pouco politizada em torno dos temas apresentados. A abordagem proposta nas obras considerou, e ainda parcialmente, apenas o primeiro nível de sofisticação de um currículo politizado, centrado em questões ou problemas, discutido por Hodson (1998), qual seja: a apreciação do impacto da ciência e da tecnologia sobre a sociedade.

Na visão de Hodson (1998), o primeiro nível de sofisticação do currículo voltado à alfabetização científica dos estudantes, contemplaria a apreciação do impacto social da mudança científico-tecnológica e o reconhecimento de que a

ciência e a tecnologia são, até certo ponto, culturalmente determinadas. Nem mesmo esse primeiro nível foi incorporado nos livros de maneira satisfatória. Na grande maioria das atividades (e, também, nos textos de conteúdos, conforme já discutido nas seções anteriores) foram levantadas questões sobre as repercussões da ciência e da tecnologia sobre o ambiente, ou seja, a ênfase esteve voltada para a apreciação de impactos ambientais; impactos em outras dimensões como sociais, culturais, éticas, econômicas, psicológicas, estiveram ausentes, salvo poucas exceções.

O reconhecimento de que a ciência e a tecnologia são influenciadas pelo contexto sociocultural foram negligenciadas nas obras didáticas. A abordagem foi unidirecional, sem consideração de que as relações são recíprocas.

Não se observaram sugestões de atividades que auxiliem os estudantes no reconhecimento de que as decisões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico são tomadas com base em interesses particulares, e que os benefícios gerados para alguns podem se dar às custas de outros e o reconhecimento de que o desenvolvimento científico-tecnológico está intrinsecamente ligado à distribuição de riqueza e poder – aspectos esses relativos ao segundo nível de sofisticação do currículo proposto por Hodson (1998).

O terceiro nível - desenvolvimento de opiniões próprias e estabelecimento de posições em torno de valores (HODSON, 1998), também não foi contemplado nas propostas de atividades presentes nos livros. Em algumas atividades até foram solicitadas as manifestações de opiniões dos estudantes sobre os temas, mas propostas que incluíssem a avaliação de impactos, o reconhecimento de valores, interesses sociais inerentes às decisões científico-tecnológicas e o estabelecimento de posições críticas por parte dos alunos, considerando as dimensões científicas, culturais, éticas, morais, estéticas, relacionadas aos assuntos/problemas em pauta, não foram observados.

Da mesma forma, propostas para a preparação dos alunos para intervenção social e sua respectiva concretização, correspondente ao quarto nível de sofisticação de um currículo politizado (HODSON, 1998) não foram incorporadas nas sugestões de atividades dos livros analisados.

Do conjunto de atividades apresentadas nos livros didáticos foram raras as propostas que apresentaram sugestões de ações sociopolíticas. E nem mesmo

essas exceções abordaram satisfatoriamente aspectos essenciais que contribuiriam para a preparação e intervenção social em assuntos relativos à ciência e à tecnologia. Isso porque essas propostas (identificadas neste estudo como representativas do indicador B5) não sinalizaram uma abordagem crítica das inter-relações CTS, não manifestaram orientações para discussões e o estabelecimento de um posicionamento crítico dos alunos em torno das questões em pauta para, só então, propor uma ação concreta, como pode ser observado no trecho extraído das orientações didáticas do livro 1:

Após a realização da atividade, inicie uma campanha de descarte de pilhas e baterias. Esclareça sobre os danos que elas podem causar ao meio ambiente, liberando produtos tóxicos e contaminando o solo, e promova uma reflexão sobre o uso consciente da tecnologia (LD1, p. 284).

A atividade mencionada na citação refere-se à realização de uma roda de conversa com os alunos em torno de duas perguntas: como a tecnologia pode ajudar a diminuir a poluição e se o uso da tecnologia sempre traz benefícios às pessoas. Tal proposta, já discutida neste trabalho, embora apresente elementos para uma discussão CTS, não apresentou problematizações/orientações para um trabalho que colaborasse na compreensão de que as tecnologias se originam com base em propósitos e valores de grupos particulares, não questionou o modelo de desenvolvimento socioeconômico e as causas da degradação ambiental. Sobre a questão específica das pilhas e baterias, não apresentou orientações para um estudo sistematizado, com base na dimensão científica e em outras dimensões, de modo a promover a compreensão crítica desse problema.

Ou seja, o livro didático, como instrumento para o trabalho docente, não auxilia o professor quanto aos aspectos essenciais que poderiam ser levantados, estudados, pesquisados, refletidos, discutidos em sala de aula de forma mais profunda, no sentido de favorecer a apropriação de conhecimentos pelos alunos para, posteriormente, partilharem esses saberes com a comunidade, na promoção de ações coletivas. Em outros termos, as propostas sugeridas nos livros analisados não apresentaram atividades nem orientações que ajudam o professor a concretizar uma prática educativa com enfoque CTS em uma perspectiva crítica e a formar os estudantes para a ação sociopolítica.

Os trechos extraídos das orientações didáticas dos livros 1 e 3, são os outros dois exemplos de propostas de ação localizadas nas obras analisadas. Ambas, também, desvinculadas de um processo formativo politizado e crítico:

Estimule os alunos a debater sobre as questões ambientais do município onde vivem. Organize uma roda de conversa, na qual eles possam comentar suas respostas e opiniões sobre o assunto. Procure adequar o debate a situações mais emergentes no seu município. Tente extrair do debate o problema ambiental mais pertinente do município e proponha uma ação coletiva visando à conscientização sobre esse problema (LD1, p. 280).

A presença de lixões no bairro ou no município pode ser tema de um projeto, já que esses espaços causam sérios problemas, como poluição do solo, contaminação de águas subterrâneas, mau cheiro e proliferação de animais transmissores de doenças. Essa intervenção, por parte dos alunos, pode consistir em uma carta coletiva enviada às autoridades responsáveis. Conversar com os alunos sobre o consumo consciente, que diminui a produção de lixo e a exploração de recursos naturais. O tema deve ser constantemente retomado, já que tem relação com toda a cadeia produtiva. Repensar os hábitos de consumo pode promover a sustentabilidade e a saúde coletiva (de pessoas e animais), contribuir para reduzir a produção de lixo e a exploração de recursos naturais, por exemplo (LD3, p. 245).

Na unidade do livro didático 1, em que foi proposta a sugestão de debate supracitada, não se observaram textos de conteúdos sobre a temática ou outras sugestões de práticas direcionadas ao estudo de problemas ambientais do município. Trata-se, assim, de uma sugestão de atividade isolada, desprovida de orientações para uma prática de ensino que leve em conta as inter-relações CTS e o preparo dos alunos para uma ação social.

A sugestão localizada no LD3, faz parte das orientações didáticas de uma unidade do livro na qual foram propostas algumas atividades cujo foco esteve voltado à compreensão da importância do tratamento adequado do lixo. Nesse caso, observou-se que essa proposição foi indicada como mais uma possibilidade de trabalho sobre o tema, no qual alguns elementos para uma reflexão em torno de impactos socioambientais foram mencionados. No entanto nem nas demais atividades localizadas nessa unidade da obra, nem nas orientações para o professor em relação à proposição do projeto sobre a temática, foram encontrados direcionamentos que colaborassem para um trabalho sobre o tema considerando as suas dimensões socioculturais, econômicas, políticas, éticas, além das científicas e ambientais.

Desse modo, embora se tenha identificado, neste estudo, atividades representativas do indicador B5 (Apresenta propostas que estimulem o estudante a

aplicar os conhecimentos adquiridos, envolvendo-se em ações individuais ou coletivas, assumindo compromissos enquanto sujeitos corresponsáveis pelo próprio meio em que vivem), destaca-se que a forma como essas proposições foram apresentadas sinalizam uma abordagem limitada, superficial e pouco crítica sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, assim como, sobre as possibilidades de participação social em assuntos relacionados à ciência e à tecnologia.

De acordo com Hodson (1998), a passagem para o último nível de sofisticação de um currículo politizado, é que pode levar à apropriação de conhecimentos e capacidades necessárias à participação eficiente em processos de tomada de decisão, garantindo que vozes alternativas, seus interesses e valores sejam contemplados nas decisões políticas.

Todavia os livros didáticos analisados pouco abordam aspectos CTS e quando abordam, o fazem de maneira limitada e pouca crítica. Além disso, as suas sugestões de atividades e encaminhamentos metodológicos não contribuem para trazer ao conhecimento dos estudantes formas possíveis e fundamentadas de ações sociopolíticas frente aos temas/problemas em discussão.

Sobre a aprendizagem da ação sociopolítica, Hodson (2014) defende que os professores podem colaborar na superação da apatia política, por meio de uma formação que auxilie os estudantes a compreenderem questões complexas, o contexto sociopolítico, os conflitos de interesse envolvidos, considerando a dimensão ética e, mais do que isso, a formular uma posição pessoal e assumir um comprometimento de atuação social responsável, tanto na esfera individual, quanto coletiva. O autor ressalta a importância de os alunos aprenderem a participar em processos decisórios da sociedade e intervir como agentes de mudança da/na realidade.

Hodson (2014) apoia-se em Paulo Freire (1973⁶⁹), lembrando que os sujeitos aprendem a democracia a partir do exercício democrático; e em James Banks (2004⁷⁰) que afirma que a democracia é melhor aprendida em espaços democráticos, nos quais a participação é incentivada e onde há liberdade de expressão para alunos e professores.

⁶⁹ FREIRE, P. **Education for critical consciousness**. New York: Continuum, 1973.

⁷⁰ BANKS, J. **Diversity and citizenship education: Global perspectives**. San Francisco: Jossey-Bass, 2004.

Ainda sobre essa questão, McClaren e Hammond (2005⁷¹ *apud* HODSON, 2014) apresentam distinções entre a aprendizagem “sobre a” ação, “através da” ação e “a partir da” ação. Aprender “sobre a” ação tem como propósito a aprendizagem de habilidades e estratégias de ação; pode ser desenvolvida com o uso de filmes, estudos de casos, simulações, fornecimento de exemplos de ações bem-sucedidas, preferencialmente envolvendo outros alunos, o que estimulam a crença de que também são capazes de promover mudanças. Aprender “através da” ação implica o envolvimento direto em projetos orientados para a ação fora da sala de aula, e que terão resultados tangíveis e consequências. Aprender “a partir da” ação acontece quando os estudantes avaliam os planejamentos, as estratégias, os processos e os resultados dos seus projetos de ação. Refere-se, portanto, a um processo avaliativo e reflexivo, no qual os estudantes refletem sobre o significado da ação para si mesmos e para a comunidade.

Quando os alunos têm contato com exemplos ou envolvem-se diretamente em questões públicas, têm a oportunidade de aprender sobre processos democráticos e aprender sobre como participar, sobre as demandas sociais e as dificuldades de intervenção, sobre possíveis estratégias de enfrentamento e formas de influenciar, de maneira inteligente e responsável, as decisões políticas sobre questões relativas à ciência e tecnologia, as quais direta ou indiretamente atingem a todos os cidadãos (HODSON, 2014).

Ao analisar as propostas sugeridas pelos livros didáticos investigados constatou-se que não colaboram para as aprendizagens sobre a participação democrática. As poucas atividades mais propositivas não apresentaram direcionamento para uma abordagem ampla, sistematizada, crítica e politizada das questões relativas à ciência e à tecnologia.

Do conjunto de sugestões de atividades presentes nos livros analisados, nos quais se observou uma perspectiva de participação social, essa foi limitada à avaliação de aspectos positivos e negativos relacionados ao uso de um determinado produto/resultado do desenvolvimento científico-tecnológico e avaliação de problemas e impactos da ciência e da tecnologia sobre o meio e houve omissão

⁷¹ MCCLAREN, M.; HAMMOND, B. Integrating education and action in environmental education. *In*: JOHNSON E. A.; MAPPIN, M. J. (Eds.). **Environmental education and advocacy**: Changing perspectives of ecology and education, p. 267-291. Cambridge: Cambridge University, 2005.

quanto à influência de valores e interesses sociais no processo de desenvolvimento tecnocientífico.

Esse tipo de abordagem encontrada nos livros é limitada e apresenta três problemas principais: primeiro, a omissão quanto à concepção e produção científico-tecnológica como atividade humana carregada de valores e interesses sociais pode reforçar uma concepção neutra de ciência e tecnologia. Sendo assim, os impactos reconhecidos têm uma única direção: da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. As repercussões inversas não são consideradas.

Segundo, por decorrência, essa visão neutra legitima um modelo de decisão tecnocrática, no qual as decisões sobre questões científico-tecnológicas permanecem unicamente sob a responsabilidade de especialistas e grupos limitados, tais como: corporações industriais, militares, governos, entre outros grupos minoritários. A população fica à margem dessas decisões.

E terceiro, ao assumir uma concepção neutra e um modelo tecnocrático, a perspectiva de participação, quando comparece nas sugestões de atividades, é reduzida ao “pós” – pós concretização de projetos tecnológicos, pós uso de recursos naturais na produção de bens, pós-consumo de produtos, ficando o essencial - a crítica aos processos - de fora das discussões, como apontado por Auler (2011), Strieder (2012), Strieder e Kawamura (2014) e Rosa e Auler (2016). Com isso, as proposições dos livros didáticos analisados não têm preocupação com o processo do ensino e da aprendizagem da participação democrática.

De fato, se não há uma perspectiva de participação social no processo de produção e/ou de implementação de um projeto ou produto científico-tecnológico, porque haveria preocupação com a aprendizagem da participação em debates e processos decisórios? Por que haveria preocupação com a apropriação de conhecimentos, por exemplo, quanto aos mecanismos de pressão social e possibilidades de participação política no estabelecimento de normas e limites às ações relativas à utilização de recursos naturais? De fiscalização quanto ao cumprimento de regras? De participação social nas decisões quanto aos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico, com consideração das condições conjunturais e das necessidades, dos valores e dos interesses da população como um todo?

Se assume-se que cabe à sociedade simplesmente um papel passivo, seu destino resume-se basicamente em aceitar os avanços tecnológicos, adaptar-se a eles, esperar que algum especialista ou alguma autoridade tome as decisões e resolva os problemas ou, no máximo, espera-se que os sujeitos identifiquem aspectos negativos e, em um contexto micro e individual, atuem na busca de alternativas para minimizá-los.

Os dados deste estudo revelaram que as obras didáticas trazem subjacentes aos seus textos e atividades essa concepção passiva de sociedade quanto às tomadas de decisão em questões científico-tecnológicas e, desse modo, não privilegiaram propostas capazes de favorecer uma cultura de participação social.

6.6 RELAÇÕES ENTRE CATEGORIAS E DIMENSÕES DE ANÁLISE: UM “RETRATO” DOS LIVROS DIDÁTICOS INTEGRADOS DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA NATUREZA

As dimensões de análise e as categorias deste estudo, com seus indicadores, sinalizaram aspectos relacionais entre ciência, tecnologia e sociedade e se articularam quanto aos elementos dessa tríade. Seu conjunto representou uma totalidade de considerações que se complementaram de maneira que os resultados desta pesquisa, sistematizados nas diferentes categorias, encontram-se estreitamente relacionados.

Entre os resultados da primeira categoria de análise – a natureza da prática científico-tecnológica – verificou-se nos três livros didáticos pesquisados uma preocupação com a apresentação do conteúdo, do saber escolar. Inclusões quanto à origem e à contextualização histórica da ciência que levassem em conta o contexto sociocultural, econômico e político de sua produção, assim como, reflexões sobre a sua natureza, seus procedimentos, as motivações para os estudos e seus resultados tiveram poucas inserções.

Somado a isso, a manifestação de uma visão de ciência objetiva, baseada na observação, na experimentação e na aplicação do método científico e uma omissão quanto às relações de poder, valores e interesses sociais que condicionam o seu fazer, criaram as condições ideais, sobretudo em dois dos três livros

pesquisados (LD1 e LD2), para a propagação de uma visão de ciência socialmente neutra, descontextualizada e a-problemática.

Do mesmo modo, a falta de explicitação das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade e a predominância da apresentação da tecnologia como simples ferramenta ou instrumento nos três livros analisados, sinalizaram uma ideia de desenvolvimento tecnocientífico neutro. Além disso, em todas as obras constatou-se a falta de valorização de outras formas de conhecimento, que pode conduzir a uma visão de supremacia do conhecimento científico e, assim, fornecer espaço para a instauração de uma ideologia elitista e equivocada, na qual somente o saber científico tem validade e despreza-se formas alternativas ou complementares de se entender o mundo.

Essas questões, associadas à ausência de consideração do processo de desenvolvimento da ciência e da tecnologia, das controvérsias e das relações de poder, conflitos de interesses e propósitos políticos que as influenciam, embasaram a abordagem adotada nos três livros estudados, na qual a sociedade não passa de mera receptora, consumidora de produtos científico-tecnológicos – evidenciados tanto na segunda, quanto na terceira categoria de análise e, também, nas propostas de atividades, que configuraram a dimensão B de análise.

Na segunda categoria – Natureza da sociedade – privilegiaram-se nos textos das obras investigadas uma abordagem que destacou a diversidade cultural presente na sociedade, no entanto, esses aspectos culturais manifestados não ofereceram elementos para uma reflexão crítica sobre a realidade e sobre suas problemáticas sociais ligadas às questões científico-tecnológicas. Tampouco mostraram que as inovações científico-tecnológicas influenciam e ao mesmo tempo são influenciadas pelo contexto sociocultural.

As escassas referências aos aspectos de organização social presentes nas obras pouco colaboraram para o entendimento da necessidade de uma postura sociopolítica ativa dos cidadãos nas decisões sobre assuntos de caráter social, ambiental, econômico, político, ético, etc.

Na terceira categoria – Influências CTS – prevaleceu, nas três obras analisadas, uma abordagem centrada na apresentação de exemplos da presença da ciência e da tecnologia no meio social. Considera-se essa abordagem limitada em três sentidos: i) em termos da compreensão de princípios científicos e técnicos, pois

não forneceu elementos para essas compreensões; ii) em termos do processo de produção tecnológica porque omitiu as mútuas relações que o envolvem, tanto no que diz respeito às suas repercussões no meio natural e social, quanto aos fatores sociais que condicionam seu desenvolvimento; iii) e em termos de participação social, uma vez que não houve preocupação com a apreciação de riscos, aspectos favoráveis, desfavoráveis ou implicações sociais das inovações científico-tecnológicas.

Esse silenciamento em relação ao processo e avaliação da tecnociência pode levar a um entendimento determinista, no sentido de que ela não seria controlável, mas ela é que moldaria a sociedade, “[...] tensionando as relações sociais de produção mediante exigências de eficiência e progresso que, em função das contradições que geram, levam a modos de produção cada vez mais avançados” (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011, p. 119).

Nessa visão, dispensa-se qualquer questionamento e forma de participação dos cidadãos. Considera-se somente a eficiência técnica no desenvolvimento científico-tecnológico; nenhuma outra dimensão (valores humanos, ambientais, financeiros, políticos, éticos, entre outros) é passível de discussão e consideração nessa perspectiva, de modo a potencializar a concentração de poder em detrimento da participação democrática (DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011). Ou seja, reforça o mito da neutralidade e superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, como discutido por Auler (2002; 2011).

A suposta neutralidade da ciência e da tecnologia também compareceu nas obras didáticas, sobretudo nos LD1 e 3, sob outra perspectiva: que combina referências de controle humano e neutralidade de valor (FEENBERG, 2010a; DAGNINO; SILVA; PADOVANNI, 2011). Neutralidade representada pela omissão quanto aos condicionantes sociais que envolvem a ciência e a tecnologia; e controle representado nos textos que sinalizaram possibilidade de controle externo e pós-produção científico-tecnológica.

Nessas ocorrências, prevaleceu uma abordagem limitada à mera citação de repercussões e/ou episódios superficiais quanto às implicações da ciência e da tecnologia. Em todos os casos a abordagem da relação entre ciência, tecnologia e sociedade foi unidirecional: foram indicados impactos do desenvolvimento científico-tecnológico sobre a sociedade, mas omitindo-se a influência recíproca, ou seja, que

a prática científico-tecnológica é condicionada por fatores sociais, de modo que atende a interesses privados de determinados grupos sociais.

A perspectiva de participação social que compareceu nos textos foi sempre relacionada à avaliação de efeitos pós-concepção, pós-produção científico-tecnológica, predominantemente sob uma dimensão micro e pessoal, na qual sugeriram-se que os sujeitos, individualmente, deveriam buscar mecanismos para amenizar os impactos dos usos dos produtos/resultados científico-tecnológicos considerados negativos. Trata-se, portanto, de uma perspectiva de participação limitada e que pode comprometer a educação para a participação democrática, uma vez que se encontra apoiada em valores tecnocráticos (AULER, 2011).

Educar os sujeitos para a participação democrática sobre questões relacionadas à ciência e à tecnologia implica a apropriação de conhecimentos científicos; apropriação de saberes relativos à natureza da ciência e procedimentos da investigação científica; compreensão crítica das inter-relações CTS; desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico e atitudes e valores (respeito, tolerância, solidariedade, cooperação, ética) necessários à participação social ativa e responsável em processos decisórios envolvendo a ciência e a tecnologia (REIS, 2008; 2013; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Desse modo, importa formar os estudantes para que saibam participar, pois esse saber não é natural, mas é algo que se aprende (SANTOS, 2011b) e a escola se constitui como espaço privilegiado para essa aprendizagem.

De acordo com Hodson (2014, p. 68, tradução nossa), um currículo de ciências estará incompleto se, apesar de preparar para a ação, não incluir a ação sociopolítica. Ele defende uma educação muito mais politizada e entende não ser suficiente os professores e alunos apenas abordarem questões complexas e formularem opinião própria sobre elas, mas se prepararem e se envolverem em ações que considerem que “farão a diferença” no seu meio social.

Entretanto, em face da abordagem adotada nos livros didáticos analisados, pode-se afirmar que eles se encontram distantes de contribuir para esses propósitos.

Em relação às atividades sugeridas nas três obras didáticas estudadas, verificou-se que, apesar de trazerem temáticas relacionadas à tecnociência, poucas propostas exploraram aspectos das relações CTS e, entre essas, privilegiaram-se

exercícios convencionais de leitura e interpretação de textos, de fixação e verificação de conteúdos, mediante questionamentos para serem respondidos no caderno e/ou oralmente. Poucas propostas incluíram atividades dialógicas e de interação produtiva, tais como debates, resolução de problemas simulados ou reais, pesquisas de campo ou envolvimento em questões/problemas reais do contexto social, as quais solicitam o protagonismo estudantil e auxiliam na aprendizagem da participação social ativa em temas que envolvem ciência e tecnologia.

De modo geral, pode-se afirmar que as propostas sugeridas nos livros didáticos não colaboram para a compreensão crítica das inter-relações CTS, nem para o desenvolvimento da aprendizagem da participação social em questões relativas à ciência e à tecnologia. As escassas atividades nas quais se verificaram tentativas de contribuir para o entendimento dessas relações, mantiveram uma abordagem superficial, limitada e pouco crítica, centradas em uma única direção: dos impactos da tecnociência sobre o meio, sobretudo, o meio natural, com destaque para a degradação ambiental.

Não foram localizadas atividades que colaborassem para a compreensão crítica das recíprocas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, nem atividades nas quais a história da ciência fosse privilegiada, tampouco sugestões que evidenciassem a natureza da ciência e da prática científico-tecnológica.

Tal como evidenciado nos textos de conteúdos, também nas sugestões de atividades, quando se verificou a presença de uma perspectiva de participação social, essa manteve-se reduzida à avaliação pós-produção da ciência e da tecnologia e uma omissão quanto à influência de valores e interesses sociais no processo de desenvolvimento tecnocientífico.

Isso não quer dizer que essa perspectiva de participação não é válida. Ela é válida e necessária, pois contribui com questionamentos relevantes relacionados à ciência e à tecnologia (STRIEDER; KAWAMURA, 2014; ROSA, AULER, 2016). No entanto é insuficiente. Se o objetivo é a formação de sujeitos científica e tecnologicamente alfabetizados, as práticas educativas precisam privilegiar, desde muito cedo, propostas preocupadas com a construção de uma imagem real e humana da ciência e da tecnologia e com proposições centradas nos estudantes, no desenvolvimento do seu pensamento crítico quanto às inter-relações CTS, na formulação de posicionamentos próprios e argumentos fundamentados,

considerando-se tanto a dimensão científico-tecnológica, quanto outras dimensões (sociais, econômicas, políticas, éticas, ambientais, etc.) nas discussões das temáticas que envolvem ciência e tecnologia, recorrendo-se às estratégias de ensino que colaborem na aprendizagem da participação democrática.

Implica, portanto, problematizar os sujeitos em suas relações com a realidade, de modo que os objetos de estudo sejam constituídos a partir da prática social e, em um processo reflexivo e dialógico, contribuam para a superação de uma concepção ingênua para dar lugar a uma concepção crítica sobre o mundo e um envolvimento consciente e efetivo para modificá-lo (FREIRE, 2003).

A educação em ciências com enfoque CTS defendida neste trabalho, entende que a prática educativa não pode prescindir da discussão sobre as condições de produção científico-tecnológicas e seus condicionantes sociais. Compreender os conteúdos da área de ciências em sua relação dialética com os aspectos políticos, econômicos, históricos, socioculturais, ambientais, éticos, etc. abre espaço para uma compreensão ampliada da realidade e para a desnaturalização do atual modelo econômico balizado pela lógica de mercado, pela competição e pelo consumo exacerbado e ilimitado, conforme assevera Auler (2011). Vinculado a isso, abre-se a possibilidade de colaborar para a construção de uma democracia participativa ou, nas palavras de Auler (2011, p. 80): para “ampliar os mecanismos de participação, contribuindo com a construção de uma cultura de participação”.

Segundo este autor, colaborar por meio da educação, para a democratização de processos decisórios em assuntos relativos à ciência e à tecnologia, requer considerações de natureza sócio-histórica e econômica, uma vez que muitos países da América Latina possuem um histórico de país colonizado, cujas marcas permanecem e se expressam, por exemplo, na inexperiência de participação. No Brasil, formou-se uma cultura de cidadania passiva: “na formação da nossa ordem política está presente um processo perverso de excludência das classes populares em tudo que diz respeito à tomada de decisões” (FERREIRA, 1993, p. 213 *apud* SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p.39).

Diante disso, faz-se necessário rever o currículo escolar, pois como construção social, incorpora intencionalidades e valores. Se a opção adotada for valores democráticos, há muitas mudanças a se concretizar (AULER, 2011).

Um currículo CTS, sustentado em valores democráticos, busca a compreensão ampliada das inter-relações CTS, a participação em discussões e tomada de decisões em assuntos relacionados à ciência e à tecnologia, de maneira fundamentada, o que implica em uma abordagem não restrita a um único campo disciplinar e nem circunscrita à dimensão científico-tecnológica, mas solicita um processo no qual há a incorporação de outras dimensões (sociais, culturais, políticas, econômicas, éticas, ambientais, etc.) (AULER, 2011).

Tal como tem sido proposto nos encaminhamentos educativos de orientação CTS fundamentados em Freire, estruturados a partir de temas/problemas reais, de controvérsias envolvendo ciência e tecnologia, cujos conteúdos disciplinares auxiliam a compreender as problemáticas mediante as contribuições das diversas áreas do conhecimento (AULER, 2011; 2007). Esse processo envolve a problematização conjuntural e sócio-histórica do contexto social, assim como, dos valores consumistas e tecnocráticos da sociedade contemporânea. Ligado a isso propõe um resgate da produção realizada na esfera do Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade para sustentar uma formação que contribua para o questionamento, a participação democrática e para a rejeição de agendas de pesquisas dissociadas da realidade, das necessidades e demandas da população e associadas a valores tecnocráticos e a um modelo de desenvolvimento insustentável (AULER, 2011).

Colocar isso em prática é uma tarefa complexa, pois vivencia-se, ainda, uma realidade educacional na qual os professores são convocados, sob uma lógica tecnocrática, a vencer listas de conteúdos; as perspectivas de mudanças permanecem em seu imaginário, muitas vezes, circunscritas na busca de inovações metodológicas (AULER, 2011). Os processos formativos, por sua vez, são insuficientes, carecem de maior investimento e de propostas que atendam às necessidades de formação dos docentes. De acordo com Bazzo (2016, p. 89):

Faltam aos professores educadores formação continuada em serviço e uma rede de colaboração entre as instituições do sistema educacional, sobretudo para instaurar processos de refundação, principalmente de ordem conceitual e epistemológica. Essas indispensáveis formações, quando realizadas, seguem sendo feitas apenas nos quesitos dos equipamentos, dos métodos e fundamentados no jargão da eficácia/eficiência e fazem parte dos direcionados projetos gestados nos gabinetes do poder, que, geralmente, são resultados das negociações prévias de destinação de recursos públicos sendo os beneficiários aqueles que ajudam a manter o

ciclo vicioso. Raramente se aprofundam os aspectos humanos e as implicações, tanto no plano individual quanto social, do (não) uso da tecnologia, da escolha dos conhecimentos a serem ensinados/aprendidos e da abordagem teórico-metodológica a ser adotada [...] Ademais, as questões afetam a CTS e, por extensão, a nova equação civilizatória ainda se encontram à margem dos/nos herméticos currículos a favor do lucro e da eficiência traduzida pelo pueril sentimento de se tornar campeão na vida.

Considerando-se as reflexões de Bazzo (2016), em artigo no qual ele faz um alerta para a ausência de uma educação reflexiva e emancipadora frente aos graves problemas contemporâneos, pode-se afirmar que quando permanece uma visão de educação como mercadoria, uma visão dos professores como simples executores de programas curriculares pensados por outros, quando se mantêm configurações curriculares que não consideram questões relativas às recíprocas relações CTS, nem os principais problemas sociais que afligem a sociedade, e uma formação docente precária e distante das reais necessidades formativas dos professores, efetivamente a escola não tem condições de contribuir para a superação de uma postura acrítica e apassivada de muitos cidadãos e para a conscientização e compromisso dos sujeitos para com a construção de outro modelo societário, mais humano, ético, equitativo e sustentável.

Entre o conjunto de ações que poderiam colaborar para o desenvolvimento de uma educação emancipadora, mas que, contraditoriamente, tem abdicado dessa tarefa, está a política educacional do livro e do material didático, a qual não incorporou em suas avaliações oficiais de coleções didáticas, critérios que correspondessem a elementos essenciais da área da educação em ciências, relativos, sobretudo, às questões epistemológicas, de compreensão da ciência e da tecnologia como construções sócio-históricas, conforme evidenciado no capítulo 3 deste trabalho.

Como consequência, verifica-se um enorme investimento de recursos públicos na aquisição e distribuição de obras didáticas muito aquém de contribuir para a “melhoria da qualidade da educação” e para “apoiar a atualização, a autonomia e o desenvolvimento profissional do professor”, como previsto entre os objetivos da Política Nacional do Livro e do Material Didático (BRASIL, 2017).

Aliás, cabe questionar qual é o significado de “qualidade da educação” mencionada nessa política pública, assim como, o que se entende por “autonomia e desenvolvimento profissional do professor”. Se os seus significados estão atrelados

a projetos de manutenção da cultura passiva, acrítica, para atender propósitos puramente econômicos, pode-se dizer que as obras didáticas têm correspondido aos objetivos da referida política.

Os resultados deste trabalho são um exemplo disso, pois demonstram que, de modo geral, os livros didáticos de ciências humanas e da natureza, ora analisados, apresentam uma visão de ciência e tecnologia neutras e colaboram na divulgação e no reforço de valores tecnocráticos. Somente em situações pouco frequentes e a partir de compreensões parciais, limitadas, manifestam algumas iniciativas de apresentação de uma imagem mais humanizada da ciência e da tecnologia. Essas sinalizam a existência de espaços potenciais para discussões CTS. Contudo, precisam ser melhores exploradas, ampliadas e aprofundadas para que possam colaborar na proposição de um ensino de ciências voltado à alfabetização científica e tecnológica.

Ainda que os professores utilizem o livro didático apenas como apoio, como mais um instrumento entre vários outros, o livro apresenta e reafirma concepções, tanto para os estudantes, quanto para os professores. Se não problematizadas, concepções ingênuas, acríticas sobre ciência, tecnologia e suas inter-relações com a sociedade podem ser incorporadas pelos alunos. Quanto aos professores, se lhes faltar uma formação consistente e crítica, que lhes forneça um aporte teórico, epistemológico e metodológico para rebater tais visões, problematizando-as criticamente, em diálogo com seus pares, com professores formadores e com seus alunos, pode ser que elas passem despercebidas ou, ainda, se os próprios docentes adotam concepções equivocadas sobre a ciência, a tecnologia, essas serão reforçadas pelas obras didáticas e repercutidas nos processos de ensino e aprendizagem.

Em face do exposto, retratar as abordagens relativas às inter-relações CTS que circulam nas escolas, via livro didático, o que se constituiu como propósito deste trabalho, é uma forma de conhecer, explicitar e debater concepções e valores subjacentes à educação pretendida por determinados setores sociais. Torná-los explícitos auxilia na construção de um posicionamento consciente e crítico diante desses materiais. Mediante a sua problematização e a partir de uma abordagem CTS ampliada, pautada em valores democráticos, é possível a proposição de novos horizontes e caminhos viáveis à formação humana emancipada cujo compromisso

coletivo seja a construção de um projeto societário mais justo, solidário, ético, equitativo e ambientalmente sustentável.

Nessa perspectiva, este trabalho traz como produto final, além do modelo teórico construído para análise dos livros didáticos quanto às inter-relações CTS, um caderno pedagógico destinado aos professores dos primeiros anos do ensino fundamental. Em contraposição à abordagem predominante nos livros didáticos investigados, propõe-se uma abordagem fundamentada em base epistemológica que considera a ciência e a tecnologia como empreendimentos sócio-históricos e em uma concepção de criança como “sujeito histórico e social”, que atua em seu meio sociocultural produzindo cultura e por ela se constitui como sujeito e cidadão (KRAMER, 2003).

O caderno pedagógico foi elaborado com a finalidade de estimular reflexões, favorecer o exercício da leitura crítica do livro didático de ciências, servir como recurso de apoio e como suporte à criação de novos materiais e propostas de atividades, elaboradas pelos próprios professores, a partir da sua realidade e das particularidades de suas escolas e de seus alunos.

Ao entender que o desenvolvimento de propostas sustentadas no enfoque CTS implicam compreensão dos pressupostos teóricos e metodológicos e sua transposição para as práticas de ensino, considera-se que esse material traz contribuições para a formação docente (inicial e continuada), em processos nos quais haja interação, diálogo e troca de experiências e saberes entre pares e professores formadores.

O caderno pedagógico apresenta: i) orientações teórico-metodológicas alternativas às obras didáticas de ciências, para o desenvolvimento de propostas educativas sob o enfoque CTS em uma perspectiva crítica; ii) um roteiro para análise de livros didáticos de ciências, com questionamentos que contribuem para a problematização e leitura crítica do material didático no que se refere aos aspectos da ciência, da tecnologia e suas inter-relações com a sociedade; e iii) proposições de algumas atividades pedagógicas para o ensino de ciências nos anos iniciais, sob o enfoque CTS, a partir de um tema contemporâneo sugerido nos livros didáticos analisados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Delineou-se como norteadora deste trabalho a indagação a respeito de quais abordagens os livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza apresentam no que se refere às inter-relações CTS.

Partiu-se do pressuposto de que as coleções didáticas de ciências incorporam e refletem compreensões acerca da ciência, da tecnologia e de suas imbricadas relações com a sociedade. Todavia, nem sempre, essas visões e relações encontram-se explícitas e colaboram para a construção de uma imagem da ciência e da tecnologia como empreendimentos humanos, socialmente constituídos.

O objetivo geral desta tese consistiu em: analisar em livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do PNLD 2016, do 4º ano do Ensino Fundamental, as possíveis abordagens relativas às inter-relações CTS.

Para alcançá-lo, em um primeiro momento desta pesquisa, fez-se a análise acerca dos critérios estipulados para a área de ciências quanto à presença do enfoque CTS no Edital nº 2/2014 (BRASIL, 2014) que regeu a inscrição e avaliação dos livros didáticos no PNLD 2016, ao entender que, como política pública, o PNLD exerce grande influência sobre os materiais didáticos.

A partir dessa análise, constatou-se que entre os critérios avaliativos não houve exigência de que as coleções didáticas contemplassem as inter-relações CTS. Isso traz implicações diretas para a qualidade dos livros didáticos da área de ciências, pois se o processo de avaliação oficial dos materiais didáticos não valoriza, nem exige explicitamente que os livros colaborem para a compreensão das inter-relações da ciência, da tecnologia e da sociedade, as editoras e os autores terão preocupação em contemplá-las em suas coleções didáticas? Os resultados deste estudo mostraram que não.

Quanto à análise dos livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do PNLD 2016, do 4º ano do Ensino Fundamental, verificou-se que apesar de os livros apresentarem uma abordagem temática como meio de articular os conteúdos de ciências, história e geografia, eles não propuseram uma organização com base em problemáticas a partir dos temas e dada a maneira pouco expressiva e limitada com a qual os aspectos CTS foram abordados, pode-se concluir que nenhuma das temáticas tratadas incorporou as relações CTS de maneira ampla e

crítica. Por outro lado, as obras pesquisadas sinalizaram a existência de espaços potenciais para discussões CTS, os quais demandam maior exploração, ampliação e aprofundamento para efetivamente colaborar na proposição de um ensino de ciências voltado à alfabetização científica e tecnológica.

Os resultados revelaram, ainda, que as relações CTS possuem um espaço pouco expressivo nos materiais analisados e o modo como foram abordadas reflete uma visão de ciência e tecnologia socialmente neutras. Quando presentes nos materiais, a abordagem ocorreu de maneira superficial, com pouca problematização e limitada quanto à superação dos mitos vinculados à ciência e à tecnologia.

Dimensões essenciais, como os valores e os interesses sociais que condicionam o desenvolvimento científico-tecnológico, as controvérsias envolvidas, as relações de interdependência entre ciência e tecnologia, entre outras, foram negligenciadas nos manuais didáticos.

Prevaleceu, nas obras didáticas, uma abordagem centrada na apresentação de exemplos da presença da tecnociência no contexto social, desvinculada de uma apreciação quanto aos seus riscos e implicações sociais. Esse reconhecimento da presença da ciência e da tecnologia no meio social é importante e necessário. Contudo, desacompanhado de reflexões quanto aos fatores sociais que interferem nas agendas de pesquisa, na produção das inovações científico-tecnológicas, assim como, no que diz respeito aos seus riscos e impactos à sociedade e à natureza, traz subjacente o pressuposto da neutralidade.

No que diz respeito às propostas de atividades, foram escassas aquelas que exploraram aspectos das relações CTS e, tal como nos textos de conteúdos, manifestaram uma suposta neutralidade da ciência e da tecnologia. Elementos que levassem a indagações em torno do porquê, como, em qual contexto sociocultural e histórico, a favor de que e de quem se faz ciência e tecnologia, não foram observados.

Além disso, privilegiaram-se tarefas convencionais de leitura, de verificação e de fixação de conteúdos, as quais não estimulam o protagonismo estudantil em sala de aula, nem fomentam a aprendizagem da participação social em assuntos relacionados à ciência e à tecnologia.

Conclui-se que ainda são muito reduzidas as oportunidades propiciadas aos estudantes para conhecerem as interfaces CTS. Os resultados deste estudo

mostraram que os textos de conteúdos, as atividades e as orientações didáticas das obras pesquisadas não fomentam o entendimento amplo e crítico das recíprocas relações CTS; não suscitam questões/atividades que contribuam para a construção de um senso de coletividade e comprometimento social na busca de um novo modelo societário, nem colocam em discussão quais são os valores que embasam a produção científico-tecnológica e a importância de que esta esteja em consonância às necessidades e aos interesses coletivos; não estimulam o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão e de atuação social responsável nos assuntos relacionados à tecnociência.

Considera-se que mesmo se tratando de um material destinado aos anos iniciais do ensino fundamental, poderia retratar as inter-relações CTS de maneira mais ampla, clara e crítica, ajudando na superação dos mitos vinculados à ciência e à tecnologia. Sem perder de vista o nível de desenvolvimento das crianças, é possível estimulá-las à postura curiosa, ética, crítica e ativa em relação às problemáticas e aos desafios que a sociedade contemporânea enfrenta, a envolverem-se em atividades que as coloquem como sujeitos da sua própria aprendizagem e a comprometerem-se em iniciativas de busca de solução para problemas reais do seu entorno social.

Entende-se que desde pequenas as crianças já podem ser estimuladas a refletir e a colocar em prática atitudes de cidadania ativa, voltadas à concretização de um entorno social melhor para se viver. Com a orientação, o apoio e a mediação docente, é possível propiciar situações-desafio relevantes de aprendizagem compartilhada, nas quais os estudantes poderão avançar para além do seu desenvolvimento real e conquistar novos modos de compreender a realidade e de agir socialmente, de modo mais consciente e responsável.

Diante disso, sugere-se a incorporação crítica e ampliada das inter-relações CTS nos manuais didáticos dos anos iniciais, a fim de que possam subsidiar propostas voltadas à alfabetização científica e tecnológica no contexto do Ensino Fundamental I.

Considerando-se esta perspectiva, o modelo teórico para análise de livros didáticos proposto neste trabalho emerge de forma propositiva para ser utilizado como um roteiro para a produção e/ou a reformulação dos materiais didáticos. Esse modelo apresenta parâmetros para nortear a reflexão, problematização e

reconhecimento de diferentes aspectos a serem contemplados em discussões CTS, levando-se em conta as dimensões da natureza da prática científico-tecnológica, da natureza da sociedade e das influências CTS. Expõe, também, parâmetros quanto às diferentes possibilidades de práticas pedagógicas direcionadas à compreensão das inter-relações CTS, visando à alfabetização científica e tecnológica.

Trata-se, portanto, de um instrumento que fornece contribuições tanto para a avaliação, elaboração e/ou reformulação de livros didáticos, quanto para a construção de novas propostas e de materiais com orientação CTS.

Além desse modelo teórico, como fruto desta pesquisa, disponibiliza-se aos professores dos anos iniciais, um caderno pedagógico intitulado “Ensino de Ciências sob o enfoque CTS: proposições para análise de livros didáticos e práticas pedagógicas nos anos iniciais do ensino fundamental”. Esse material destina-se a auxiliar os professores na avaliação dos livros didáticos de ciências quanto às inter-relações CTS e subsidiar os docentes interessados em elaborar propostas voltadas a um ensino de ciências com esse enfoque.

Parte-se do entendimento de que materiais de orientação CTS, por si só, não garantem propostas de ensino coerentes com essa postura epistemológica, pois o fazer educativo está atrelado às concepções que os docentes possuem, aos conhecimentos que eles têm sobre as relações CTS, aos pressupostos metodológicos necessários à sua transposição didática, à segurança e ao interesse para tratar de temas sociocientíficos.

Nesse sentido, reitera-se a importância do investimento em políticas públicas de formação docente contínua e consistente, nas quais sejam privilegiadas a interação, o diálogo, a reflexão e o apoio de professores formadores na concretização de um ensino mais crítico em relação às dimensões sociais do desenvolvimento científico-tecnológico.

Um desafio a ser enfrentado é a necessidade da promoção de uma maior proximidade entre as pesquisas educacionais sobre livros didáticos e a prática docente, de modo que as discussões sobre o uso e as concepções veiculadas nesses materiais estejam presentes tanto na formação inicial, quanto na formação continuada dos professores, conforme assevera Güllich e Silva (2013).

Esse aspecto constitui uma das limitações do presente estudo, pois embora se tenha investido, como produto desta tese, na elaboração do caderno pedagógico

para os professores, uma aproximação entre esta pesquisa e a prática docente, via proposta formativa, não fez parte dos objetivos almejados. Contudo considera-se que o material aqui apresentado traz contribuições para a formação inicial e continuada de professores, na medida em que traz orientações teórico-metodológicas e sugestões de atividades que podem subsidiar reflexões, discussões e implementação de práticas com enfoque CTS nos primeiros anos do Ensino Fundamental.

Além disso, esse caderno apresenta um roteiro CTS que pode ser discutido com os docentes e utilizado em propostas formativas, nas quais os professores podem ser desafiados a problematizar e avaliar criticamente os materiais didáticos disponibilizados em suas escolas quanto às inter-relações CTS. Os parâmetros contidos nesse roteiro podem servir, também, para nortear a discussão sobre as diversas possibilidades de inclusão das dimensões sociais da tecnociência nas práticas de ensino, servindo de suporte para a criação de novos materiais e práticas pedagógicas em consonância aos pressupostos CTS, para que se promova a alfabetização científica e tecnológica.

Uma limitação desse roteiro CTS e do modelo teórico de análise de livros didáticos utilizado nesta pesquisa, diz respeito à pouca inclusão de indicadores na categoria “natureza da sociedade”. Poderiam ser inseridas nessa categoria, por exemplo, questões ligadas às discussões de gênero e de relações étnico-raciais, que auxiliariam a identificar lacunas e sinalizar espaços curriculares para a incorporação dessas discussões no campo CTS.

Outra limitação desta pesquisa refere-se ao *corpus* de análise, composto pelos livros didáticos integrados de ciências humanas e da natureza do 4º ano do ensino fundamental, editados para os professores. Como a amostra foi pequena, não permitiu uma visão de como as relações CTS são tratadas nos livros de ciências para os anos iniciais como um todo. Para tanto, seria necessário ampliar o universo da pesquisa, analisando livros didáticos integrados de outras séries e de outras coleções não integradas.

Simultaneamente essas questões configuram limitações e sugestões de pesquisas futuras, as quais podem ser associadas à intervenção formativa junto aos professores dos anos iniciais. Novas pesquisas podem ser direcionadas ao aprimoramento do modelo teórico aqui apresentado, incluindo novos parâmetros no

que se refere à natureza da sociedade; à investigação de outros materiais didáticos e de propostas pedagógicas de orientação CTS; os usos das obras didáticas no cotidiano escolar dos anos iniciais e as relações que os sujeitos estabelecem com elas nas práticas educativas; as percepções docentes e os impactos dos materiais de apoio que contemplam as dimensões sociais da ciência e da tecnologia, como por exemplo, o produto desta tese e os produtos de outras pesquisas, desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação na área do Ensino de Ciências.

Outro aspecto a ser investigado em pesquisas futuras diz respeito às concepções de ciência, tecnologia e suas relações com a sociedade presentes na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) e o seu impacto sobre o PNL D e sobre a educação em ciências no Ensino Fundamental I.

Espera-se, com este trabalho, contribuir para uma visão crítica acerca dos livros didáticos integrados de 4º anos em circulação nas escolas e para que os professores se sintam desafiados a problematizar suas próprias compreensões quanto às relações CTS, os materiais didáticos em uso em suas escolas e se sintam provocados a problematizar o seu próprio entorno social e a buscar construir e concretizar propostas de ensino de ciências desafiadoras, procurando integrar em suas atividades os aspectos científicos, tecnológicos e as dimensões sociais.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L.; BEJARANO, N.; HOHENFELD, D. O conhecimento físico na formação de professores do ensino fundamental I. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n.1, pp. 23-42, 2013. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID318/v18_n1_a2013.pdf. Acesso em: 20 ago. 2016.
- ALEXIOU, N.; SKOUMIOS, M. A framework for evaluating dimensions of scientific literacy in science textbooks: The case of a Greek middle school physics textbook. **International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning**, v. 23, n. 1, p. 1-18, 2016.
- AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. da S.; MACIEL, M. de L. Abordagem das relações Ciência/Tecnologia/Sociedade nos conteúdos e funções orgânicas em livros didáticos de Química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n.1, p.101-114, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/412/243>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- AMARAL, I. A. do. *et al.* Avaliando livros didáticos de Ciências: análise de coleções didáticas de Ciências de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental. *In*: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006, p. 199-216.
- AMARAL, I. A. do. Os fundamentos do ensino de Ciências e o livro didático. *In*: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006, p. 81-123.
- ARAÚJO, M. M. S. **Biotecnologia e cidadania**: características e reelaboração discursiva dos textos informativos científicos. 2012. 103 f. Dissertação (Programa de Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.
- ASSIS, S. S.; PIMENTA, D. N.; SCHALL, V. T. A dengue nos livros didáticos de ciências e biologia indicados pelo programa nacional do livro didático. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n.3, p.633-656, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132013000300009&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 10 mar. 2016.
- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1-20, nov. 2007. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/download/147/109>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. *In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas.* Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 73-97.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 122-134, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática.* São Paulo: Thomson, 2004, p. 19-33.

BARBOSA, L. C. A.; BAZZO, W. A. O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. **Revista Ensaio**, v. 15, n.3, p.149-161, set./dez. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n3/1983-2117-epec-15-03-00149.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**: edição revista e ampliada. Tradução de Luis Antero Neto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições Setenta, 2011.

BASSO, L. D. P. Estudo acerca dos critérios de avaliação de Livros Didáticos de Ciências do PNLD: período de 1996 a 2013. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE POLÍTICA E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO*, 1., 2013, Recife. **Anais...** Recife, p. 1-12, 2013.

BASSO, L. D. P.; TERRAZZAN, E. A. Estudo sobre o processo de escolha de livros didáticos de ciências recomendados pelo PNLD 2013 em escolas de educação básica. **Revista Cadernos de Educação**, n. 50, p. 1-11, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/5829>. Acesso em: 15 mar. 2016.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2014.

BAZZO, W. A. Ponto de Ruptura Civilizatória: a Pertinência de uma Educação “Desobediente”. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, n. 33, v. 11, set. 2016, p. 73-91. Disponível em: http://www.revistacts.net/files/Volumen_11_Numero_33/FINALES/Bazzo.pdf. Acesso em: 23 ago. 2017.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V.; BAZZO, J. L. dos S. **Conversando sobre educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. (Eds.) **Introdução aos estudos CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madrid: OEI, 2003.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2007.

BRANDI, A. T. E.; GURGEL, C. M. A. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação.

Ciência & Educação, Bauru, v. 8, n. 1, p.113-125, 2002. Disponível em:

<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/include/getdoc.php?id=541&article=191&mode=pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.

BRASIL. Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 ago. 2009. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm. Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. Decreto nº 7.084, de 27 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jan. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7084.htm. Acesso em: 11 mar. 2016.

BRASIL. Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jul. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9099.htm. Acesso em: 10 set. 2017.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Relatório de Gestão do FNDE 2015**. Brasília: FNDE, 2016.

BRASIL. **Guia de livros didáticos PNLD 2016: Ciências Humanas e da Natureza – Coleção Integrada e Livros Regionais: ensino fundamental anos iniciais**. – Brasília, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2015.

BRASIL. Lei nº 9.394, 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 11 mar. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa nacional do Livro Didático PNLD 2016**. Brasília: MEC/SEB; FNDE, 2014. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico editais/item/4889-edital-pnld-2016>. Acesso em 20 out. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de Livros Didáticos**: PNLD 2013 – ciências. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.fnnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/3773-guia-pnld-2013-%E2%80%93-ensino-fundamental>. Acesso em 10 mar. 2015.

BRASIL. **Resolução nº 42, de 28 de agosto de 2012**. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para a educação básica. Disponível em: https://www.fnnde.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sgl_tipo=RES&num_ato=00000042&seq_ato=000&vlr_ano=2012&sgl_orgao=CD/FNDE/MEC. Acesso em 20 out. 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CACHAPUZ, A.; *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CACHAPUZ, A. F. Tecnociência, poder e democracia. *In*: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Universidade de Brasília, 2011, p. 49-72.

ÇAKICI, Y. Exploring Turkish upper primary level science textbooks' Coverage of scientific literacy themes. **Egitim Arastirmalari-Eurasian Journal of Educational Research**, 49, p. 81-102, 2012.

CANHETE, M. V. U. **Os PCNs e as inovações nos livros didáticos de Ciências**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

CARLETTO, M. R. **Avaliação de impacto tecnológico**: alternativas e desafios para a educação crítica em engenharia. 2009. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

CARLETTO, M. R.; SANT'ANNA, F. S. P. Desenvolvimento sustentável: limitações e possibilidades. *In*: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 5., 2006, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: ABES, 2006. v. 1. p. 1-9.

CARNEIRO, M. H. S.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio**: Pesquisa em Educação em Ciências, v.7, n. 2, p. 101-113, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172005000200101&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 15 jun. 2016.

CARVALHO, A. M. P.; *et al.* **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

CASSAB, M. A democracia como balizadora do Ensino das Ciências na Escola: como discutir esse desafio?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 1-17, 2008.

CASTRO, D. L.; NASCIMENTO, A. R. Ensino de Ciências na Educação Infantil e a abordagem CTS: um projeto desenvolvido num espaço de Educação Infantil – RJ. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1400-1410, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3942>. Acesso em: 14 set. 2017.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1991.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n.3, p. 549-566, set./dez.2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022004000300012. Acesso em: 15 jul. 2016.

CORDEIRO, R. V.; SGARBI, A. D. Práticas pedagógicas que incluem CTS nos anos iniciais: bases para (des)construir o currículo. **Indagatio Didactica**. v. 8, n.1, p.1750-1765, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3966/3648>. Acesso em: 14 out. 2017.

COSTA, C.; MARTINS, I. P. Educação em ciências no primeiro ciclo do ensino básico para desenvolvimento sustentável. **Indagatio Didactica**. v. 8, n.1, p. 30-45, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3989/3671>. Acesso em: 14 set. 2017.

COSTA, E. A. **Análise de livros didáticos de biologia do ensino médio quanto ao tema “poluição” numa perspectiva CTS/CTSA**. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2013.

DAGNINO, R.; SILVA, R. B. da; PADOVANNI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar?. *In*: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 99-134.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El Pensamiento em Ciencia, Tecnología y Sociedad em Latinoamérica: uma interpretación política de su trayectoria. *In*: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana**. Taubaté: Cabral: Livraria Universitária, 2003.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. Tese de doutorado (Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.

DIAS, R.; DAGNINO, R. A política científica e tecnológica brasileira: três enfoques teóricos, três projetos políticos. **Revista de Economia**. v. 33, n. 2, a. 31, p. 91-113, jul./dez. 2007. Editora UFPR. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/economia/article/view/6511>>. Acesso em: 28 jan. 2018.

DI GIORGI, C. A. G. *et al.* Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: o livro didático como capital cultural do aluno/família. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 85, p.1027-1056, out./dez. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40362014000400008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 26 set. 2016.

DÍAZ, J. A. A.; ALONSO, Á. V.; MAS, M. A. M., Papel de educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf>. Acesso em 12 jul. 2016.

ERNEST, P.; SILVEIRA, R. M. C. F.; ALBARRACÍN, E. S. Cinema e ensino: a produção de materiais audiovisuais para o ensino de ciências. **Indagatio Didactica**, v. 8, n.1, p. 1778-1792, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/issue/view/283>. Acesso em: 20 set. 2017.

ESPÍRITO-SANTO, M. “Planeta Terra ou Planeta Água?” Uma abordagem à investigação e inovação responsáveis no âmbito da investigação polar com alunos do 2º ciclo do ensino básico. **Indagatio Didactica**. V. 8, n.1, p.1565-1580, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3954/3637>. Acesso em: 14 set. 2017.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica cts: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.8, n.1, p. 77-105, 2013. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID321/v18_n1_a2013.pdf Acesso em: 10 ago 2015.

FABRI, F. **Formação continuada para o Ensino de Ciências na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade**: contribuições para professores dos anos iniciais. 2017. 254 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

FEENBERG, A. O que é filosofia da tecnologia?. *In*: NEDER, R. T. (Org.) **A teoria crítica de Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina. CDS, UnB, Capes, 2010a, p.49-65.

FEENBERG, A. Teoria crítica da tecnologia: um panorama. *In*: NEDER, R. T. (Org.) **A teoria crítica de Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina. CDS, UnB, Capes, 2010c, p.97-117.

FEENBERG, A. Racionalização subversiva: tecnologia, poder e democracia. *In*: NEDER, R. T. (Org.) **A teoria crítica de Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina. CDS, UnB, Capes, 2010b, p.68-95.

FERNANDES, I. M. B. **A perspectiva CTSA nos manuais escolares de ciências da natureza do 2º CEB**. 2011. (Dissertação) - Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior de Educação de Bragança, Bragança, 2011.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M. As inter-relações CTSA nos manuais escolares de ciências do 2º CEB. *EDUSER: Revista de educação*, v. 5, n.2, p. 35-47, 2013.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, en los libros de texto de Educación Primaria: Un estudio comparativo entre Portugal y España, antes de las últimas reformas educativas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 54–68, 2017. Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3005/3011>. Acesso em: 15 jul. 2017.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS, J. A integração de conteúdos CTSA no currículo e nos manuais escolares portugueses de ciências do 2º CEB: que relação de continuidade/descontinuidade? **Indagatio Didactica**, v. 8, n.1, p. 986-999, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/issue/view/283>. Acesso em: 20 mar. 2017.

FERNANDES, J. P. **O tema energia e a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) presente no livro didático de física e no Exame Nacional do Ensino Médio**. 2013. (Dissertação) - Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde (NUTES), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

FERNANDES, R. C. A.; MEGID NETO, J. Práticas pedagógicas no ensino de ciências dos anos iniciais: um estudo a partir de pesquisas acadêmicas brasileiras. **Indagatio Didactica**, v. 8, n.1, p.1162-1176, 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/issue/view/283>. Acesso em: 20 mar. 2017.

FERNANDEZ, P. M.; SILVA, D. O. Descrição das noções conceituais sobre os grupos alimentares por professores de 1ª a 4ª série: a necessidade de atualização dos conceitos. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p.45-66, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2510/251019504006.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.

FLOR, C. C. Possibilidades de um caso simulado cts na discussão da poluição ambiental. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, p. 1-8, nov. 2007. Disponível

em: <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/156/112>. Acesso em: 20 mar. 2017.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 11. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 21. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002a.

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002b.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

FREITAS, D. A perspectiva curricular Ciência Tecnologia e Sociedade - CTS - no ensino de ciência. *In*: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Orgs.). **Quanta ciência há no ensino de ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2008, p.228-240.

GARCIA, N. Livro didático de física e de ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. **Educar em Revista**, Curitiba, n.44, p.145-163, abr./jun. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/n44/n44a10.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, A. T. P. Análise de conteúdo, análise do discurso e análise de conversação: estudo preliminar sobre diferenças conceituais e teórico-metodológicas. **Administração: ensino e pesquisa**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 275–300, mai/jun/jul/ago. 2016. Disponível: <https://raep.emnuvens.com.br/raep/article/view/323>. Acesso em: 11 abr. 2017.

GÜLLICH, R. I. C.; SILVA, L. H. A. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 02, p. 155-167, maio/ago. 2013. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n2/1983-2117-epec-15-02-00155.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2017.

HODSON, D. **Teaching and Learning Science: Towards a Personalized Approach**. Buckingham: Open University, 1998.

HODSON, D. **Becoming Part of the Solution: Learning about Activism, Learning through Activism, Learning from Activism**. *In*: BENCZE, L.; ALSOP, S. (Eds.). **Activist Science and Technology Education**. Springer, 2014, p. 67-98.

HODSON, D. Time for action: Science education for na alternative future. **International Journal of Science Educacion**, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003.

HÖFLING, E. M. A trajetória do Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação no Brasil. *In*: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006, p. 19-31.

HÖFLING, E. M. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o Programa Nacional do Livro Didático. **Educação & Sociedade**, a. 21, n. 70, p. 159-170, abr. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v21n70/a09v2170.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2017.

KRÜGER, J. G.; PREZILIUS, A. C. M.; LEITE, S. Q. M. Alfabetização científica com enfoque ctsa: produção de um jornal da ciência no ensino médio público. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v.03, n.02 p. 79-97, dez. 2013. Disponível em: <http://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/212/110>. Acesso em: 11 abr. 2017.

LEÃO, F. B. F.; MEGID NETO, J. Avaliações oficiais sobre o livro didático de Ciências. *In*: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006, p. 33-80.

LEITE, L. *et. al.* Questionamento em manuais escolares de ciências: desenvolvimento e avaliação de uma grelha de análise. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 44, p. 127-143, abr./jun. 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/html/1550/155023661009/>. Acesso em: 11 abr. 2017.

LIMA FILHO, A. M.; MACIEL, M. D. Sequência Didática com emprego da argumentação como estratégia de ensino e do gênero charge sobre alimentos transgênicos como recurso didático. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 406-421, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3880/3564>. Acesso em: 18 abr. 2017.

LIMA FILHO, D. L.; QUELUZ, G. L. A tecnologia e a educação tecnológica: elementos para uma sistematização conceitual. **Educação e Tecnologia**, Belo Horizonte, v.10, n.1, p.19-28, jan./jun. 2005. Disponível em: <https://periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/71/69>. Acesso em: 11 abr. 2017.

LIMA, M. E. C. C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v.8, n.2, p. 184-198, dez. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172006000200184&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 11 abr. 2017.

LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p.241-253, 2008. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID184/v13_n2_a2008.pdf. Acesso em: 13 jun. 2014.

LORENZETTI, L. **O ensino de ciências naturais nas séries iniciais**, 2005. Disponível em: www.faculdefortium.com.br/ana_karina/material/O%20Ensino%20

De%20Ciencias%20Naturais%20Nas%20Series%20Iniciais.doc. Acesso em: 16 ago. 2016.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 45-61, jun. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MALAVAR, M; RAFAEL, P.; D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. Los estilos de prosa y el enfoque ciencia-tecnología-sociedad em textos universitarios de química general. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v.22, n.3, p. 441-454, 2004. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21993> Acesso em: 11 abr. 2017.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. ACEVEDO, J. A. **Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat**. Illes Balears, Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

MANSOUR, N. The representation of scientific literacy in Egyptian science textbooks. **Journal of Science Education**, v. 11, n. 2, p. 91-95, 2010.

MARQUES, A. R. L.; REIS, P. Producción y difusión de vídeos digitales sobre contaminación ambiental. Estudio de caso: Activismo colectivo basado en la investigación. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 215-226, 2017. Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3011/3033>. Acesso em: 22 jun. 2018.

MARTINS, I. Analisando livros didáticos na perspectiva dos estudos de discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. *In*: MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; VILANOVA, R. **O livro didático de ciências: contextos de exigência, critérios de seleção práticas de leitura e uso em sala de aula**. Rio de Janeiro, 2012, p. 9-30. Disponível em: http://www.nutes.ufrj.br/arquivos/O_livro_didatico_de_Ciencias.pdf. Acesso em 10 mar. 2015.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. *In*: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 135-160.

MCKAVANAGH, C.; MAHER, M. Challenges to science education and the STS response. **The Australian Science Teachers Journal**, v. 28, n. 2, p. 69-73, 1982.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: Problemas e soluções. *In*: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006, p. 155-171.

MEGID NETO, J.; ROCHA, M. B. Práticas de formação de professores para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: uma revisão de literatura. **Ensino Em-Revista**, Uberlândia, v. 17, n. 1, p. 539-560, jul./dez. 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/8189/5205>. Acesso em 07 jun. 2012.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p.7-25, 2004. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID108/v9_n1_a2004.pdf. Acesso em: 16 out. 2014.

MONTEIRO, P. H. N.; BIZZO, N. Hábitos, atitudes e ameaças: a saúde nos livros didáticos brasileiros. **Cadernos de Pesquisa**, v. 44, n. 151, p.132-154, jan./mar. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/v44n151/07.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2015.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2.ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, M. C. do A. **A recontextualização do discurso da pesquisa em Educação em Ciências em uma coleção didática de ciências**. Rio de Janeiro, 2013. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde) - Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. da S. Livros de ciências para as séries iniciais do ensino fundamental: a educação em química e as influências do PNLD. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.18, n.3, p.545-561, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/113>. Acesso em: 23 ago. 2015.

MORRIS, H. Socioscientific Issues and Multidisciplinary in School Science Textbooks. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 7, p.1137-1158, 2014.

MUENCHEN, C.; AULER, D. Articulações entre os pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: enfrentando desafios no contexto da EJA. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

MUNAKATA, K. O livro didático: alguns temas de pesquisa. **Revista Brasileira de História da Educação**, v. 12, n.3, p.179-197, set./dez. 2012. Disponível em:

<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/rbhe/article/view/38817>. Acesso em: 23 ago. 2015.

NASCIMENTO, G. G. O. **O livro de biologia no ensino de biologia**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

OSSAK, A. L.; BELLINI, M. O livro didático em ciências: condutor docente ou recurso pedagógico? **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 2, n.3, p. 2-22, dez. 2009. Disponível em:

http://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente_backup/article/view/14546. Acesso em: 23 ago. 2015.

PASCHINI NETO, M. **Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) nos textos sobre astronomia em livros didáticos de ciências do ensino fundamental**. 2011. Dissertação (Faculdade de Ciências Humanas Curso Pós-Graduação em Educação) - Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2011.

PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (orgs.). **Quanta ciência há no ensino de ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

PINHÃO, F.; MARTINS, I. Modos de agir de textos didáticos de ciências: discutindo o tema saúde e ambiente. **Trabalho, educação e saúde**, Rio de Janeiro, v.11, n.1, p.73-91, jan./abr. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-77462013000100005&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 23 ago. 2015.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v.13, n.1, p.71-84, 2007. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s1516-73132007000100005&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 23 ago. 2015.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 49, p. 1-14, mar. 2009. Disponível em: <http://www.rieoei.org/2846.htm>. Acesso em: 15 jun. 2014.

PINTO, A. V. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

PIZZARRO, M. V.; IACHEL, G.; SANCHES, I. A. Discussões sobre a seleção de lixo reciclável nos anos iniciais: uma proposta em alfabetização científica a partir do trabalho com histórias em quadrinhos no 2º ano do ensino fundamental. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais ...** Campinas: ABRAPEC, 2011, p. 1-12.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132002000200009. Acesso em: 23 ago. 2015.

QUESADO, M. O papel dos aspectos da natureza da ciência em livros didáticos de ciências – uma análise textual. *In*: MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; VILANOVA, R. **O livro didático de ciências**: contextos de exigência, critérios de seleção práticas de leitura e uso em sala de aula. Rio de Janeiro, 2012, p. 91-104. Disponível em: http://www.nutes.ufrj.br/arquivos/O_livro_didatico_de_Ciencias.pdf. Acesso em 10 mar. 2015.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. **Manual de investigação em ciências sociais**. 3. ed. Trad. J. Minhoto, M. Mendes e M. Carvalho. Lisboa, Portugal: Gradiva, 2003.

RAMNARAIN, U.; PADAYACHEE, K. A comparative analysis of South African Life Sciences and Biology textbooks for inclusion of the nature of science. **South African Journal of Education**, v. 35, n. 1, feb. 2015.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n.3, p.299-331, 2008. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID_197/v13_n3_a2008.pdf. Acesso em: 20 jun. 2014.

REIS, P. **A escola e as controvérsias sociocientíficas**: perspectivas de alunos e professores. Lisboa: Escolar, 2008.

REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n.1, p.51-74, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4618/1/Concepcoes-sobre-os-cientistas-em-alunos-do-1-ciclo-do-Ensino-Basico-Pocoas-maquinas-monstros-invencoes-e-outras-coisas-malucas.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2014.

REIS, P. Promoting students’ collective socio-scientific activism: teacher’s perspectives. *In*: BENCZE, L.; ALSOP, S. (Eds.). **Activism in Science and technology education**, pp. 547-574. London: Springer, 2014.

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

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p.357-368, 2007. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID176/v12_n3_a2007.pdf. Acesso em 03 abr. 2014.

ROSA, S. E.; AULER, D. Não neutralidade da ciência-tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 203-231, nov. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n2p203>. Acesso em: 14 mar.2017.

RUPPENTHAL, R.; MUENCHEN, C.; SCHETINGER, M. R. C. O plano nacional do livro didático e o enfoque CTS: um olhar inicial. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 3., Rio Grande, 2014. **Anais...** Rio Grande: FURG, 2014.

RUPPENTHAL, R.; SCHETINGER, M. R. C. O sistema respiratório nos livros didáticos de ciências das séries iniciais: uma análise do conteúdo, das imagens e atividades. **Ciência & Educação**, v. 19, n.3, p.617-632, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/html/2510/251028539012/>. Acesso em: 14 jun. 2015.

SACRISTÁN, J. G. **O Currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SALLA, H. M. **Estudos CTS e transgenia: análise de materiais didáticos do ensino médio**. 2016. 219 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

SAMPAIO, F. A. A. **Com a palavra, o autor: em nossa defesa: um elogio à importância e uma crítica às limitações do Programa Nacional do Livro Didático**. São Paulo: Sarandi, 2010.

SANTOS, W. L. P. A Química e a formação para a cidadania. **Educação Química**, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011b. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v22n4/v22n4a4.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2015.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas cts em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, p. 1-12, nov. 2007a. Disponível em: <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf> Acesso em: 15 mar. 2015.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008. Disponível em: <http://alexandria.paginas.ufsc.br/files/2012/03/WILDSON.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2014.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n.36, set/dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2014.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia- Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 49-62, jul/dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1647/2077>. Acesso em: 10 jun. 2014.

SANTOS, W. L. P. *et. al.* Química e Sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. **Química Nova na escola**, n. 20, p. 11-14, 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a02.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. *In:* SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Universidade de Brasília, 2011a, p. 21-47.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n.1, p. 95-111, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100007. Acesso em: 10 jun. 2015.

SANTOS, W. L. P.; 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, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 4. ed. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n.3, p.333-352, 2008. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf. Acesso em: 25 mar. 2016.

SCHROEDER, C.; VEIT, E. A.; BARROSO, M. F. Formação continuada de professores das séries iniciais na modalidade semi-presencial: aprendendo ciências com atividades mãos-na-massa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, p.19-30, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID144/v6_n2_a2011.pdf. Acesso em: 25 mar. 2016.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 1, p.101-110, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-73132004000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 28 mar. 2015.

SILVA, A. F. A.; MARCONDES, M. E. R. Concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade de um grupo de professores de séries iniciais, **Indagatio Didactica**, v. 5, n. 2, p. 926-937, out. 2013. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/2500/2387>. Acesso em: 28 mar. 2015.

SILVA, J. L. C. O tópico 'Impacte do desenvolvimento científico e tecnológico na vida humana' em manuais escolares de ciências naturais do 8º ano. Que traços de orientação CTS?. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1114-1131, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3924/3608>. Acesso em: 21 mar. 2017.

SILVA, P. S. Síntese e comentários sobre as implicações das pesquisas para a formação de professores de ciências. *In*: MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; VILANOVA, R. **O livro didático de ciências**: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula. Rio de Janeiro, 2012, p. 139-149. Disponível em: [http://www.nutes.ufrj.br/arquivos/O_livro_didatico_de_Ciencias .pdf](http://www.nutes.ufrj.br/arquivos/O_livro_didatico_de_Ciencias.pdf). Acesso em 10 mar. 2015.

SOARES, M. **Letramento**: um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. Tese de doutorado. 2012. 283 f. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Perspectivas de participação social no âmbito da educação CTS. **Uni-pluri/versidad**, v. 14, n. 2, p.101-110, 2014. Disponível em: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/viewArticle/20061>. Acesso em: 22 set. 2017.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Educação em ciências e em matemática numa perspectiva de literacia: desenvolvimento de materiais didáticos com orientação CTS/ pensamento crítico (PC). *In*: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p.417-437.

TOQUETTO, A. R. **Os temas "vidros e metais" em livros didáticos de química**: uma análise a partir dos estudos sociais da c&t. 2016. 199 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

TOTI, F. A. **Educação científica e cidadania**: as diferentes concepções e funções do conceito de cidadania nas pesquisas em educação em ciências. 2011. 266 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO BRASIL). **Ensino de Ciências**: o futuro em risco. 2005. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2014.

VARGAS, M. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: Alfa-Omega, 1994.

VESTERINEN, V.; AKSELA, M.; LAVONEN, J. Quantitative Analysis of Representations of Nature of Science in Nordic Upper Secondary School Textbooks Using Framework of Analysis Based on Philosophy of Chemistry. **Science & Education**, v. 22, p. 1839-1855, 2013.

VIECHENESKI, J. P. **Sequência didática para o ensino de ciências nos anos iniciais: subsídios teórico-práticos para a iniciação à alfabetização científica**. 2013. 164 f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. R. Iniciação à alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 18, n. 3, p. 525-543, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/112/76>. Acesso em: 13 mar. 2017.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. A alfabetização científica nos anos iniciais: uma análise dos trabalhos apresentados nos ENPECs. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015, p. 1-9.

VIECHENESKI, J. P.; SILVEIRA, R. M. C. F.; CARLETTO, M. R. Relações CTS em livros didáticos da área de ciências: uma análise das pesquisas realizadas no período de 2010 a 2017. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 257-278. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2018v11n2p257/37903>. Acesso em: 4 dez. 2018.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, p. 1-11, nov., 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/155>. Acesso em: 13 mar. 2017.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VILANOVA, R. Educação em ciências e cidadania: mudança discursiva e modos de regulação na política do programa nacional do livro didático. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 177-197, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132015000100012&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 18 set. 2016.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. *In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília: Universidade de Brasília, 2011, p. 161-184.

VILCHES, A.; GIL, D. **Construyamos un futuro sostenible**: diálogos de supervivencia. Madri: Cambridge University, 2003.

VISSICARO; S. P.; FIGUEIRÔA, S. F. M.; ARAÚJO, M. S. Questões sociocientíficas nos anos iniciais do ensino fundamental: o tema água em evidência. **Indagatio Didactica**, v. 8, n.1, p.1596-1609, jul. 2016. Disponível em: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3956>. Acesso em: 13 mar. 2017.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. esp., p. 1-19, nov. 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/150>. Acesso em: 13 mar. 2017.

APÊNDICE A – Matriz de análise – Primeira versão

Matriz de Análise			
Dimensões	Categorias	Indicadores	
A - Apresentação do conteúdo	Natureza da Ciência	A1 -Contextualiza historicamente o processo de produção do conhecimento científico (explicita sua evolução, êxitos e fracassos e indica o seu contexto sociocultural, político e econômico).	
		A2 -Apresenta a produção do conhecimento científico como atividade social que envolve muitos sujeitos e instituições.	
		A3 -Relata pesquisas explicitando os métodos científicos utilizados, esclarecendo as etapas e o porquê das decisões tomadas, apresentando os resultados e os usos pela sociedade.	
		A4 -Apresenta o conhecimento científico como uma, entre outras formas de conhecimento, sem tratá-lo com supremacia absoluta.	
	Natureza da Tecnologia	A5 -Contextualiza o processo de produção tecnológica, destacando seu caráter social.	
		A6 -Aponta que a tecnologia envolve a utilização do conhecimento científico e técnico para a resolução de problemas.	
		A7 -Apresenta a tecnologia como uma atividade humana, como prática que engloba aspectos técnico, organizacional e cultural.	
	Natureza da Sociedade	A8 -Mostra a sociedade como uma instituição humana, com diferentes culturas e valores.	
		A9 -Expressa que a sociedade é constituída por diversas organizações, associações, instituições públicas e privadas, empresas, grupos organizados, cidadãos comuns...	
		A10 -Aponta que na sociedade ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.	
	Influências CTS	Ciência/Sociedade	A11 -Explora tópicos de temas científicos evidenciando sua utilidade social.
			A12 -Mostra que o desenvolvimento científico pode influenciar o pensamento das pessoas e as resoluções dos problemas.
		Sociedade/Ciência	A13 -Mostra que o direcionamento da pesquisa científica é influenciado por pressões sociais, políticas e econômicas.
		Ciência/Tecnologia	A14 -Aponta que o desenvolvimento científico pode contribuir/estimular o desenvolvimento tecnológico.
		Tecnologia/Ciência	A15 -Aponta que os conhecimentos e recursos tecnológicos podem contribuir para a produção e avanço do conhecimento científico.
		Tecnologia/Sociedade	A16 -Fornece exemplos de tecnologias (artefatos, processos...) presentes no cotidiano.
			A17 -Mostra que a tecnologia influencia o estilo de vida das pessoas.
	Sociedade/Tecnologia	A18 -Mostra que as pressões sociais, políticas e	

			econômicas (organizações públicas, empresas privadas, população,...) podem influenciar o direcionamento do desenvolvimento tecnológico.
		Ciência/Tecnologia/ Sociedade	<p>A19-Aborda as implicações sociais (ambientais, políticas, econômicas, éticas, psicológicas, culturais,...) da ciência e da tecnologia.</p> <p>A20-Apresenta diversos argumentos e pontos de vista sobre questões relativas à ciência e à tecnologia.</p> <p>A21-Aponta relações de poder, conflitos de interesses e contradições que se fazem presentes no processo de produção da ciência e da tecnologia.</p> <p>A22-No que se refere à ciência e à tecnologia estimula os estudantes a: (i) levantar ideias (ii) expressar suas opiniões (iii) mudar as suas opiniões (iv) fazer analogias (v) dar explicações.</p> <p>A23-Favorece o desenvolvimento de uma postura crítica e fundamentada cientificamente perante problemas sociais (ambientais, políticos, econômicos, éticos, psicológicos, culturais,...).</p>
B - Encaminhamentos Metodológicos e Atividades Propostas	Propostas para compreensão das inter-relações CTS		<p>B1- Propõe atividades diversificadas que estimulem o estudante a expressar ideias e opiniões, pesquisar, discutir e compartilhar pontos de vista, refletir, observar, analisar e confrontar diferentes visões e argumentos, sobre aspectos sociais (ambientais, políticos, econômicos, éticos, psicológicos, culturais,...) relativos à ciência e tecnologia, favorecendo o desenvolvimento de atitudes, valores e pensamento crítico.</p> <p>B2-Propõe a realização de atividades investigativas para explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTS.</p> <p>B3-Apresenta propostas que envolvem o estudante em projetos que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico sobre questões sociais relativas à ciência e tecnologia.</p> <p>B4-Propõe o envolvimento em assuntos comunitários, de modo a desenvolver no estudante o interesse e postura de comprometimento com a busca e construção coletiva de possíveis alternativas para os problemas reais do seu contexto.</p> <p>B5-Apresenta propostas que estimulem o estudante a aplicar os conhecimentos adquiridos, envolvendo-se em ações individuais ou coletivas, assumindo compromissos enquanto sujeitos corresponsáveis pelo próprio meio em que vivem.</p>

APÊNDICE B – Questionamentos para a validação da matriz de análise e sugestões dos avaliadores

VALIDAÇÃO DA MATRIZ DE ANÁLISE

Os professores que participaram da pesquisa como avaliadores da Matriz de Análise, realizaram a análise quanto a pertinência e adequação do instrumento, observando os seguintes itens:

1– As categorias de análise propostas no instrumento são adequadas?

Avaliador 1: Considerou adequadas. Sem sugestão de alteração.

Avaliador 2: Sugeriu articular as categorias Natureza da Ciência e Natureza da Tecnologia, em uma categoria como “Natureza da prática científico-tecnológica” ou “Natureza da atividade científico-tecnológica”, para não passar uma ideia fragmentada de ciência e tecnologia e porque torna-se difícil separá-las, quando pensamos nos processos e produtos contemporâneos.

Avaliador 3: Considerou adequadas. Sem sugestão de alteração.

2 – As dimensões de análise (Dimensão A - referente aos textos de apresentação de conteúdo; e dimensão B - relativa aos encaminhamentos metodológicos e atividades propostas nos livros) atendem satisfatoriamente ao propósito da pesquisa?

Avaliador 1: Considerou que sim. Sem sugestão de alteração.

Avaliador 2: Sem sugestão de alteração.

Avaliador 3: Considerou adequadas. Sem sugestão de alteração.

3 – Os indicadores A1, A2, A3 e A4 apresentam de modo correto, adequado e satisfatório as características referentes à categoria I - Natureza da Ciência?

Avaliador 1: Considerou “muito pertinente”.

Avaliador 2: Sugeriu articular as categorias Natureza da Ciência e Natureza da Tecnologia. Sobre o indicador A3, sugeriu “diferenciar pesquisas já concluídas de pesquisas atuais/em andamento”.

Avaliador 3: Considerou adequados à investigação da natureza da ciência. Sem sugestão de alteração.

4 – Os indicadores A5, A6 e A7 apresentam de modo correto, adequado e satisfatório as características referentes à categoria II - Natureza da Tecnologia?

Avaliador 1: Sugeriu analisar a possibilidade de inserir mais um indicador: “A tecnologia não é apresentada como aplicação da Ciência” ou verificar se ele está contemplado em outro indicador.

Avaliador 2: Sugeriu articular a categoria II com a categoria I

Avaliador 3: Considerou adequados e satisfatórios aos propósitos da pesquisa. Sem sugestão de alteração.

5 – Os indicadores A8, A9 e A10 apresentam de modo correto, adequado e satisfatório as características referentes à categoria III - Natureza da Sociedade?

Avaliador 1: Considerou “muito pertinente”.

Avaliador 2: Sem sugestão de alteração.

Avaliador 3: Considerou que sim. Sem sugestão de alteração.

6 – Os indicadores A11 a A23 apresentam de modo correto, adequado e satisfatório as características referentes à categoria IV - Influências CTS, em suas respectivas subcategorias?

Avaliador 1: Considerou que sim e apresentou uma dúvida/sugestão, questionando onde se encaixaria o “modelo linear de desenvolvimento” ou “concepção essencialista” da ciência e da tecnologia. Questionou, também, como seria verificado o indicador A22.

Avaliador 2: Sugeriu que os indicadores A14 e A15, escritos de outro modo poderiam fazer parte da categoria I, articulada com a categoria II, de modo a destacar especificidades e relações entre a prática científica e a prática tecnológica. Sugeriu, ainda, que outros indicadores como o A20 e o A21 poderiam fazer parte desta categoria articulada. Considerou que o indicador A22 se aproxima mais de Encaminhamentos Metodológicos e Atividades do que de Apresentação de Conteúdo e que o indicador A23 está muito amplo e precisa de explicação. Na perspectiva de superar a ideia de fragmentação C/T/S, apontou o entendimento da não necessidade de subcategorias para a categoria Influências CTS. Sugeriu que a categoria IV destaque “a participação da sociedade no âmbito da ciência e tecnologia, tanto no que diz respeito aos antecedentes quanto no que se refere às suas implicações – o que está associado à participação nos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico”.

Avaliador 3: Sugeriu que na relação Ciência/Sociedade, no que se refere ao indicador A11, deveria ser considerada “não somente a utilidade social, mas de modo abrangente sua implicação social, no sentido de saber sobre as consequências que determinado conhecimento científico teve sobre a sociedade”. Na subcategoria “relação CTS”, considerou todos os indicadores adequados e satisfatórios. Sugeriu que as barras sejam substituídas por setas expressando o que se espera identificar no texto didático, como por exemplo: “Ciência → Sociedade”.

7 – Os indicadores B1, B2, B3, B4 e B5 apresentam de modo correto, adequado e satisfatório as características referentes à categoria V - Propostas para a compreensão das inter-relações CTS?

Avaliador 1: Considerou que sim. Sem sugestão de alteração.

Avaliador 2: Sem sugestão de alteração.

Avaliador 3: Considerou que satisfazem a necessidade da pesquisa. Sem sugestão de alteração.

8 – O conteúdo da Matriz de Análise é apresentado com clareza, organização e coerência?

Avaliador 1: Considerou que sim: “Parabéns pela clareza e organização. Uma ótima contribuição para o campo”.

Avaliador 2: Sem sugestão de alteração.

Avaliador 3: Considerou que sim e sugeriu rever o indicador A11.

9 – Expresse comentários e sugestões, se julgar necessário.

Avaliador 1: “Acho que é uma proposta objetiva, clara e adequada para avaliar concepções e inter-relações CTS presentes em livros didáticos”.

Avaliador 2: Sem sugestões.

Avaliador 3: “Entendo que a matriz está bem elaborada, com adaptações claras das fontes indicadas e permite uma boa análise do material didático, a forma como os autores abordaram o texto didático no que se refere as relações entre C, T e S, bem como se apresentam propostas de encaminhamentos e atividades que favoreçam o processo de aprendizagem nesse contexto. Também, os próprios indicadores balizam a organização e escrita do caderno pedagógico, seja na sua elaboração ou na proposição de elementos não apresentados nos livros didáticos analisados”.

Conclusão: Considera válida a proposta de Matriz de Análise apresentada pela pesquisadora? Justifique.

Avaliador 1: “Muito adequada. Possui clareza, objetiva e de fácil compreensão”.

Avaliador 2: “O instrumento está fundamentado na literatura da área e mostra-se adequado para a análise de livros didáticos integrados de Ciências Humanas e da Natureza para o 4º ano do Ensino Fundamental”.

Avaliador 3: “Sim, considero válida a proposta desta matriz de análise. Aproveito para parabenizar pela delimitação da pesquisa e da proposta em investigar como esses materiais didáticos apresentam o conteúdo envolvendo as relações CTS, bem como em caráter de superação ou complementação, a elaboração de um caderno pedagógico que satisfaça tais necessidades, permitindo abordagem crítica e mais coerente dessas dimensões nos anos iniciais do ensino fundamental”.

APÊNDICE C – Matriz de análise – Versão final

Matriz de Análise		
Dimensões	Categorias	Indicadores
A - Apresentação do conteúdo	Natureza da prática científico-tecnológica	A1 -Contextualiza historicamente o processo de produção do conhecimento científico (explicita sua evolução, êxitos e fracassos e indica o seu contexto sociocultural, político e econômico).
		A2 -Apresenta a produção do conhecimento científico-tecnológico como atividade social que envolve muitos sujeitos e instituições.
		A3 -Relata pesquisas já concluídas explicitando os métodos científicos utilizados, esclarecendo as etapas e o porquê das decisões tomadas, apresentando os resultados e os usos pela sociedade.
		A4 -Relata pesquisas em andamento explicitando as razões que motivaram a investigação do problema, as incertezas e as implicações sociais envolvidas.
		A5 -Apresenta o conhecimento científico como uma, entre outras formas de conhecimento, sem tratá-lo com supremacia absoluta.
		A6 -Contextualiza o processo de produção tecnológica destacando seu caráter social.
		A7 -Aponta que a tecnologia envolve a utilização do conhecimento científico e técnico para a resolução de problemas; a tecnologia não é vista como aplicação da ciência.
		A8 -Apresenta a tecnologia como uma atividade humana, como prática que engloba aspectos técnicos, organizacionais e culturais.
		A9 -Mostra que os conhecimentos científico-tecnológicos se inter-relacionam, sendo que o conhecimento científico pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico.
		A10 -Aponta que os conhecimentos científico-tecnológicos se inter-relacionam, sendo que os conhecimentos e recursos tecnológicos podem contribuir para a produção e avanço do conhecimento científico.
		A11 -Apresenta diversos argumentos e pontos de vista sobre questões relativas à ciência e à tecnologia.
		A12 -Aponta relações de poder, interesses e contradições que se fazem presentes no processo de produção da ciência e da tecnologia.
	Natureza da Sociedade	A13 -Mostra a sociedade como uma instituição humana, com diferentes culturas e valores.
		A14 -Expressa que a sociedade é constituída por diversas organizações, associações, instituições públicas e privadas, empresas, grupos organizados, cidadãos comuns.
		A15 -Aponta que na sociedade ocorrem mudanças científico-tecnológicas.

	Influências CTS	<p>A16-Mostra que o desenvolvimento científico-tecnológico pode influenciar o pensamento, as resoluções dos problemas e o estilo de vida das pessoas.</p> <p>A17-Aborda a ciência e a tecnologia não como propulsoras absolutas do progresso social e nem como as únicas responsáveis pelos problemas que a humanidade enfrenta.</p> <p>A18-Fornecer exemplos de tecnologias presentes no cotidiano e/ou evidencia a utilidade social da ciência.</p> <p>A19-Explora tópicos de temas/problemas científico-tecnológicos de modo a informar/aproximar a sociedade da ciência e da tecnologia.</p> <p>A20-Aborda aspectos positivos e negativos relativos ao uso de um determinado resultado/produto científico-tecnológico, em contexto individual/local.</p> <p>A21-Discute as implicações sociais (ambientais, políticas, econômicas, históricas, éticas, psicológicas, culturais) mais amplas da ciência e da tecnologia, em diferentes contextos.</p> <p>A22-Aponta relações de poder, valores e interesses de certos grupos sociais e contradições no processo de produção da ciência e da tecnologia, evidenciando a necessidade/possibilidade de mecanismos de controle social.</p> <p>A23-Aborda acerca da participação da sociedade no contexto das esferas políticas; enfatiza interesses coletivos e desenvolvimento científico-tecnológico em conformidade com as necessidades do contexto social.</p>
B - Encaminhamentos Metodológicos e Atividades Propostas	Propostas para a compreensão das inter-relações CTS	<p>B1-Propõe atividades diversificadas que estimulem o estudante a expressar ideias e opiniões, pesquisar, conhecer outras opiniões e argumentos, discutir e compartilhar pontos de vista, refletir, observar, argumentar, dar explicações, analisar e confrontar diferentes visões e argumentos, sobre aspectos sociais (ambientais, políticos, econômicos, éticos, psicológicos, culturais) relativos à ciência e à tecnologia, favorecendo o desenvolvimento de atitudes, valores e pensamento crítico.</p> <p>B2-Propõe a realização de atividades investigativas para explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTS.</p> <p>B3-Apresenta propostas que envolvam o estudante em projetos que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico sobre questões sociais relativas à ciência e à tecnologia.</p> <p>B4-Propõe o envolvimento em assuntos comunitários, de modo a desenvolver no estudante o interesse e a postura de comprometimento com a busca e a construção coletiva de possíveis alternativas para os problemas reais do seu contexto.</p> <p>B5-Apresenta propostas que estimulem o estudante a aplicar os conhecimentos adquiridos, envolvendo-se em ações individuais ou coletivas, assumindo compromissos enquanto sujeitos corresponsáveis pelo próprio meio em que vivem.</p>

APÊNDICE D – Questionamentos para a validação do produto final da tese e sugestões dos avaliadores

VALIDAÇÃO DO PRODUTO FINAL DA TESE

Os professores que participaram da pesquisa como avaliadores do produto educacional – Caderno Pedagógico destinado aos docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental – realizaram a análise no que diz respeito a qualidade, contribuições e adequação do material aos objetivos propostos, observando os seguintes itens:

1 – As orientações teórico-metodológicas propostas no Caderno estão adequadas para o desenvolvimento de uma prática educativa sob o enfoque CTS?

Avaliador 1: “Considero que apresenta os elementos para que os professores possam compreender o que é o enfoque CTS e como ele pode ser desenvolvido nos anos iniciais, mas o Caderno por si só não garante que os professores desenvolvam uma prática educativa sob o enfoque CTS. É preciso que eles compreendam os pressupostos teóricos e metodológicos, muito bem destacados no texto, fazendo a transposição para a sala de aula”.

Avaliador 2: “Quanto à Parte 1, que discute pressupostos educacionais, além da ampla bibliografia e do conteúdo, resalto a fluidez do texto e as perguntas presentes ao seu decorrer, que incentivam o leitor às reflexões”.

Avaliador 3: “Sim, considero que as orientações descritas na parte 1 estão adequadas para o desenvolvimento de uma prática educativa sob o enfoque CTS, de modo a explorar sobre o significado de formação humana e cidadã, enfoque CTS e como trabalhar com o ensino de ciências sob esse enfoque. Destaco, dentre outras questões, a aproximação com o referencial teórico de Paulo Freire e a abordagem de questões com fundamentação que propicia ao professor formação para adentrar no campo dos estudos CTS e a prática em sala de aula com os anos iniciais do ensino fundamental”.

2 – O roteiro para análise de livros didáticos atende satisfatoriamente ao propósito de favorecer a problematização e a leitura crítica de livros didáticos quanto aos aspectos da ciência, da tecnologia e de suas inter-relações com a sociedade?

Avaliador 1: “Sim, apresenta elementos suficientes para analisar os livros didáticos. A questão é se os professores dos anos iniciais apresentam conhecimento teórico para fazer as análises com base nas categorias e descritores. Minha compreensão é que a fragilidade teórica e metodológica dos professores compromete este tipo de análise. O texto não deixa claro que o professor pode olhar para os livros didáticos utilizando as categorias e descritores. Também seria interessante colocar alguns exemplos para as categorias e descritores, objetivando compreender melhor a proposta”.

Avaliador 2: “O instrumento está fundamentado na literatura da área e mostra-se adequado para a análise de livros didáticos integrados de Ciências Humanas e da Natureza para o 4º ano do Ensino Fundamental. Além disso, destaco que as

alterações realizadas no instrumento o enriqueceram já que permitem reflexões sobre questões centrais do Movimento CTS, relacionadas à prática científico-tecnológica e à participação social nos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico. Dessa forma, considero o instrumento pertinente e adequado para orientar reflexões em torno de livros didáticos”.

Avaliador 3: “Entendo que sim, pois trata-se de um roteiro estruturado na forma de matriz de referência, com critérios de contribuem para análise e avaliação do enfoque CTS nos livros didáticos. Tais categorias qualificam as obras com análise a partir de indicadores, conjunto de características que constituem as categorias e contribuem com o processo avaliativo. A Parte II poderia contar com uma explicação rápida sobre o significado ou o parâmetro quantitativo atrelado à presença ou ausência”.

3 – A proposição de atividades com foco na temática “Água” indica, de modo satisfatório, possibilidades de intervenção e encaminhamentos didático-metodológicos fundamentados nas orientações epistemológicas do enfoque CTS?

Avaliador 1: “Considero que sim. Porém, penso que são muitos objetivos propostos e que a proposta não dá conta de atingir todos. Sugiro reduzir os objetivos, considerando o número de aulas. É preciso indicar quantas aulas serão necessários para cada momento pedagógico. Acho que as reflexões CTS é uma contribuição inovadora e importante. Sugiro que destaque um pouco mais o papel do professor na Organização do Conhecimento, tendo em vista que são apresentadas várias perguntas. Meu entendimento é que as perguntas que estão na Organização do Conhecimento são, na verdade, Problematizações Iniciais. Boas sugestões de vídeos, livros, sites...”.

Avaliador 2: “Sobre a Parte 3 (proposta para a sala de aula), entendo que ela é coerente com os pressupostos educacionais que a fundamentam e que a maioria das atividades e discussões é adequada às séries iniciais. Porém, alguns questionamentos, da maneira como são apresentados, parecem muito aprofundados para alunos nessa faixa etária. É o caso das problematizações que comparecem na página 40 e se referem às inovações científico-tecnológicas e aos valores que as subjazem. Ainda que o texto esteja voltado aos professores, entendo que as questões devem ser adequadas aos alunos; em especial, porque seguidamente é explicitado que “Esses e outros questionamentos podem estimular os estudantes a buscar aprofundar os seus conhecimentos a respeito das problemáticas”. Sugiro que as problematizações sejam revistas e adequadas à faixa etária em questão”.

Avaliador 3: “A abordagem com o foco na temática ÁGUA indica satisfatoriamente possibilidades de investigação com base no enfoque CTS e com proposição de várias atividades, encaminhamentos e sugestões. O texto da Parte III apresenta boa qualidade na escrita e articula bem os 3 momentos pedagógicos com a proposta da abordagem CTS. A proposta está bem descrita, com apresentação de um resumo das atividades, e amplamente desenvolvida nas páginas seguintes. Em certa medida, a proposta de abordagem temática atende aos requisitos que compõem a matriz de análise”.

4 – Em seu conjunto, o Produto apresentado pode servir de recurso de apoio aos docentes e de suporte à criação de novas propostas pedagógicas na direção de um ensino de ciências que contemple as dimensões sociais da ciência e da tecnologia?

Avaliador 1: “Sim, tendo vista a linguagem clara e acessível, mas vai depender do interesse do professor em compreender a proposta e elaborar outras atividades. Também penso que os professores precisam de um suporte de professores mais experientes para poder elaborar novas propostas”.

Avaliador 2: Sem considerações.

Avaliador 3: “A proposta de abordagem temática pode servir como apoio a formação e prática docente, bem como de suporte à inserção de novas atividades e procedimentos didáticos que colaborem com as discussões CTS”.

5 – O conteúdo do Caderno Pedagógico é apresentado com clareza, organização e coerência?

Avaliador 1: “Sim, linguagem fácil e acessível e bem escrita”.

Avaliador 2: Sem considerações.

Avaliador 3: “Considero que sim, o conteúdo abordado nas Partes I, II e III, seguidas de alguns anexos, estão bem escritos e organizados em uma sequência que apresenta coerência desde a fundamentação teórico-metodológica, a matriz de análise e a aproximação com a proposta dos 3 momentos pedagógicos. Vale destacar, também, a preocupação em apresentar anexos com sugestões de orientações a visitas, de quadro avaliativo e de como confeccionar pôster”.

6 – Expresse comentários e sugestões, se julgar necessário.

Avaliador 1: “Sugiro incorporar a importância do Pensamento Latino Americano em CTS quando discute o surgimento do CTS. O Placts tem mais relação conosco do que as tradições americanas e europeias; também poderia incluir o que vem sendo chamado de “cultura de participação” necessário ao enfoque CTS; não ficou claro a relação entre os critérios de análise dos livros didáticos com a proposta de ensino. Como elas se relacionam? Como o professor fará uso do roteiro? Precisa explicitar melhor”.

Avaliador 2: Sem sugestões.

Avaliador 3: “Como disse, o texto está bem escrito, com coerência, no entanto sugiro uma revisão entre bibliografias usadas no texto e mencionadas nas referências, a fim de eliminar possíveis erros, faltando ou sobrando. Também, cito a seguir pontos que considero necessário alterações: - p. 4 = rever escrita sobre BNCC, pois agora está com aprovação definitiva. - p. 4 = onde diz “no âmbito desse trabalho”, talvez seja melhor mencionar “caderno pedagógico”. - p. 5 = rever o uso da expressão “holística” em “compreensão holística da realidade”, talvez

“compreensão abrangente da realidade”. - p. 8 = adicionar nota de rodapé explicativa para NAPALM. - p. 12 e p. 26 = ao mencionar Paulo Freire, seria interessante referenciar, afinal tem duas usadas no texto e presentes nas referências”.

Conclusão: Considera válido o Caderno Pedagógico apresentado pela pesquisadora? Justifique.

Avaliador 1: “Acho que é uma é uma proposta interessante e que pode contribuir para a formação de professores, desde que haja possibilidade de interação e diálogo com professores formadores”.

Avaliador 2: “Trata-se de um trabalho relevante e com importantes contribuições para a Educação Científica já que a análise de Livros Didáticos do Ensino Fundamental, além de indicar lacunas presentes nesses materiais, pode sinalizar espaços curriculares para a inserção da Educação CTS nesse nível de ensino”.

Avaliador 3: “Após a leitura detalhada do caderno pedagógico para os anos iniciais, considero que a proposta fundamenta e explora com qualidade a relação CTS, oportunizando a professores e alunos se inserirem no contexto da alfabetização científico-tecnológica. Portanto, avalio o referido caderno como válido”.