

## O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO CTS COM O TEMA ENERGIA ELÉTRICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO: possibilidades e desafios

### THE DEVELOPMENT OF STS EDUCATION WITH THE ELECTRIC ENERGY THEME IN PHYSICS TEXTBOOKS OF HIGH SCHOOL: possibilities and challenges

José Alexandre Berto<sup>1</sup> - UFPR  
Leonir Lorenzetti<sup>2</sup> - UFPR

#### RESUMO

Este artigo teve como objetivo pesquisar possibilidades e desafios referentes ao desenvolvimento da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) dentro do tema energia elétrica presente nos livros didáticos de Física do 3º ano do Ensino Médio no Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018. A pesquisa foi de natureza qualitativa e do tipo análise documental. Os dados foram analisados utilizando a Análise Textual Discursiva e as categorias utilizadas foram as interações entre os elementos da tríade CTS. Observou-se que os textos dos livros didáticos indicam possibilidades de reflexão dos pressupostos CTS, sendo a maioria dentro de concepções reduzidas contemplando inter-relações unilaterais nos elementos da tríade. Estes podem constituir-se em obstáculos para desmistificar conceitos distorcidos sobre CTS, sendo, portanto, um desafio a ser superado. Como possibilidade, contemplaram-se algumas propostas pontuais que permitem desenvolver essas inter-relações de forma mais capilar que são favoráveis a esta proposta de educação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação CTS; PNLD 2018; Energia Elétrica

#### ABSTRACT

This article aimed to investigate possibilities and challenges related to the development of Education in Science, Technology and Society (STS) within the theme of electric energy present in Physics textbooks of the 3rd year of High School in the National Textbook Program of 2018. The research was of a qualitative nature and of the documental analysis type. The data were analyzed using Discursive Textual Analysis and the categories used were the interactions between the elements of the STS triad. It was observed that the texts of the textbooks indicate possibilities of reflection of the STS assumptions, being the majority within reduced conceptions contemplating unilateral interrelationships in the elements of the triad. These can constitute obstacles to demystify distorted concepts about STS, being, therefore, a challenge to be overcome. As a possibility, some specific proposals were contemplated that allow the development of these interrelationships in a more capillary way that are favorable to this educational proposal.

**KEYWORDS:** STS Education; PNLD 2018; Electricity

DOI: 10.21920/recei72023929288305

<http://dx.doi.org/10.21920/recei72023929288305>

<sup>1</sup>Professor da Secretaria Estadual de Educação e Esporte do Paraná. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná. E-mail: [jose.berto@escola.pr.gov.br](mailto:jose.berto@escola.pr.gov.br) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5246-7698>.

<sup>2</sup>Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná. Líder do Grupo de Estudos e Pesquisas em Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências. E-mail: [leonirlorenzetti22@gmail.com](mailto:leonirlorenzetti22@gmail.com) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0208-2965>.

## INTRODUÇÃO

O grande desafio dos professores de Física é promover um processo de ensino ciente dos aspectos didáticos que estão empregando a fim de se promover a aprendizagem dos educandos (MOREIRA, 2018). O autor indica que a aprendizagem mecânica, centrada na preparação para provas, ceda lugar para procedimentos que apresentem sentido, criticidade e dialogicidade permitindo um ensino de Física para promoção da aprendizagem significativa.

A dialogicidade e criticidade são dois pilares da pedagogia de Paulo Freire (1987) que defende o direito do educando a um processo que garanta “conhecimento crítico da realidade” e “uma leitura crítica do mundo”. Em vista disso, Auler e Delizoicov (2015) defendem aproximações entre o pensamento freiriano, o contexto latino-americano e a investigação de temas em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) enfatizando a necessária estruturação curricular com ampla participação da comunidade escolar. Já Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) pontuam que um dos campos de investigação e ação social do movimento CTS têm sido o educativo desde seu início, a mais de trinta anos.

A temática energia elétrica é um assunto muito presente e carregado de significados diversos na sociedade contemporânea e na vida dos estudantes. Tal importância ganha mais atenção principalmente neste momento em que rumores de apagões e cortes de energia elétrica assombram o cenário brasileiro (SCHREIBER, 2021). Outro fator considerável é o processo de privatização da Eletrobras que abre muitas discussões sobre a sua viabilidade e interesses envolvidos, o que pode acarretar aumento nas contas de luz para os brasileiros em geral (COURA; RESENDE, 2022). Assim, o debate deste tema dentro das escolas pode abrir possibilidades para o entendimento de como diversas práticas sociais e os desenvolvimentos em Ciência e Tecnologia (CT) contemporâneos são intensamente influenciados pela participação deste fenômeno físico.

Investigações, que buscam analisar a Educação CTS com processos didático-pedagógicos, focam nas produções dos Livros Didáticos (LD) de Ciências de forma geral e na área da Física de forma particular. Tais pesquisas indicam que os LD são instrumentos de apoio ao trabalho dos professores, os quais carregam intencionalidades políticas e visões de mundo buscando orientar os processos educativos. Alguns estudos indicam que, historicamente, os livros didáticos foram utilizados para diversas finalidades. Entretanto, a finalidade pedagógica nem sempre foi o foco central de suas políticas assim, com a expansão do sistema de ensino, a indústria do livro didático reconheceu um potencial econômico enorme a ser explorado mantendo a padronização dos textos e prevalecendo os critérios de mercado em detrimento dos pedagógicos (LOGUERCIO; DEL PINO; SOUZA, 2002; SANTOS; CARNEIRO, 2006).

Outras pesquisas acadêmicas indicam que certas melhorias ocorreram na produção dos livros didáticos de ciências, mas alguns aspectos ainda são preocupantes como no tocante à excessiva padronização dos mesmos e à mercantilização envolvida na sua produção a qual promove as ideologias dominantes nem sempre promotoras da emancipação dos indivíduos (MEGID NETO; FRACALANZA, 2006).

Autores como Leite, Garcia e Rocha (2011) apresentaram uma pesquisa com artigos que analisaram livros didáticos (LD) de Ciências e Física de 1996 a 2010. Os autores apontaram que de 15 artigos pesquisados somente dois discutiam a abordagem CTS. Estes artigos indicam que a abordagem CTS presente nos livros investigados é questionável demonstrando que as obras analisadas negligenciam o processo de produção de conhecimento científico e o exercício da cidadania.

Viecheneski, Silveira e Carletto (2018) investigaram a inserção das relações CTS em LD da área de ciências no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e no Banco de Teses e Dissertações da Capes considerando-se o período de 2010 a 2017. As autoras indicam que existem iniciativas de inserção destas relações nas obras, entretanto, o espaço reservado para tais reflexões ainda é pouco expressivo tanto no cenário brasileiro como em contextos internacionais.

Rosa e Santos (2021) realizaram uma investigação com a temática questões energéticas e suas relações com parâmetros CTS nas obras de Física do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2018 (BRASIL, 2018). As autoras apontam aspectos limitadores e potencializadores destacando que os parâmetros CTS definidos são apresentados de forma pontual e sem problematizações profundas mostrando-se, assim, como um desafio para a Educação CTS.

Uma proposta de Educação CTS que atenda aos princípios e concepções por ela designadas deve abarcar e discutir as complexas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Assim, é crucial o conhecimento sobre a natureza desses elementos da tríade CTS e como elas se relacionam de maneira mútua.

Neste sentido, deve-se conceber a ciência como uma área de conhecimento construído pela humanidade e indissociável dos contextos sociais e políticos visto que contemplá-la unicamente como um corpo de conhecimento rígido e objetivo produzido pelos rigores do método científico desconsidera sua natureza de abertura e constante mutabilidade. Como empreendimento humano, a ciência não é produzida de forma cumulativa sendo fruto das atividades inerentes a sua prática e às influências de fatores históricos e sociais que se combinam e orientam a produção das teorias científicas que serão aceitas pelas comunidades científicas (CHALMERS, 1994).

Por sua vez, a tecnologia precisa ser enxergada como uma área de conhecimento distinta que não se configura como mera aplicação da ciência. Como produção histórica, a tecnologia é carregada de intenções e valores podendo promover benefícios e prejuízos para a humanidade dependendo, assim, como orientada para as práticas democráticas e não para os interesses do modo de produção vigente (STRIEDER, 2012).

Quanto à sociedade é preciso entender como esta encara a presença da CT identificando-as como agentes de transformação. Torna-se necessário desconstruir o olhar ingênuo de que elas são promotoras de resultados positivos apenas, assim, as práticas científicas e tecnológicas promovem impactos sociais, pois são carregadas de valores e intenções e a participação dos indivíduos é essencial para que discussões e debates públicos ocorram orientando estas práticas nos segmentos políticos, econômicos, entre outros (STRIEDER, 2012).

Partindo destas compreensões, o objetivo deste trabalho é investigar as possibilidades e desafios da Educação CTS existentes nos livros didáticos do PNLD 2018 de Física da 3ª série do Ensino Médio ao abordar o tema energia elétrica.

## METODOLOGIA

A pesquisa se constituiu de natureza qualitativa, do tipo documental e foi realizada baseando-se nos cinco livros didáticos de Física do PNLD 2018, da 3ª série, mais utilizados no Ensino Médio no contexto brasileiro. As leituras dos textos destes LD concentraram-se no tema energia elétrica buscando por indícios da Educação CTS. Porém, apenas um livro apresentou o

tema concentrado em um capítulo, desta forma, optou-se por ler todo o conteúdo referente a eletricidade.

Para se chegar aos cinco LD mais utilizados pelos professores foi feita uma pesquisa no site <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>. Neste domínio, foi possível encontrar o *link* “valores de aquisição por título”, o qual contém a “tabela de negociação PNLD 2018 por título”. Nesta tabela encontrou-se a coluna “tiragem”, a qual indica o total de unidades comercializadas para cada série. Focando na 3ª série, no componente Física, chegou-se aos livros pretendidos do PNLD 2018. Estes livros estão dispostos no quadro 1:

Quadro 1 - Cinco livros didáticos de Física mais distribuídos pelo PNLD do ano de 2018

Código de Identificação	Referência
LD1	BONJORNO, R. B. et al. <b>Física Eletromagnetismo/Física Moderna</b> . 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.
LD2	BARRETO FILHO B.; SILVA, C. X. <b>Física aula por aula: Eletromagnetismo * Física Moderna</b> . 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.
LD3	NANI, A. P. S. et al. <b>Ser protagonista</b> . 3. ed. São Paulo: SM Educação, 2016.
LD4	MARTINI, G. et al. <b>Física do século XXI</b> . 3. ed. São Paulo: Moderna, 2016.
LD5	YAMAMOTTO, K.; FUKU, L.F. <b>Eletricidade * Física Moderna</b> . 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

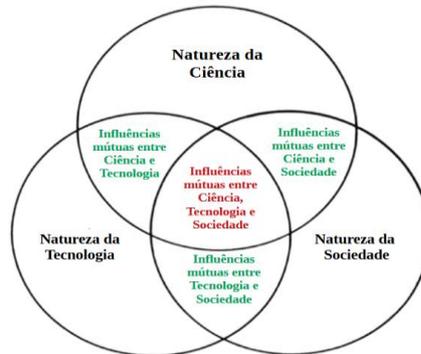
Fonte: Os Autores (2022).

Para a análise dos dados adotou-se a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2006). O *corpus* da pesquisa foi constituído pelos textos didáticos obtidos nos LD. Em alguns casos foram feitas leituras dos manuais do professor a fim de se esclarecerem dúvidas sobre a abordagem dos textos e atividades. As leituras destes textos, assim como dos autores que embasaram as teorias da pesquisa, permitiram o processo de unitarização que possibilitou a obtenção das unidades de sentido. O processo de categorização foi definido antes de se iniciar a pesquisa sendo denominadas, então, de categorias *a priori*. Estas categorias adotadas constituem-se nos nove aspectos CTS indicados por Mckavanagh e Maher (1982) apud Santos e Schnetzler (2003): Natureza da ciência, Natureza da tecnologia, Natureza da sociedade, Efeito da ciência sobre a tecnologia, Efeito da tecnologia sobre a sociedade, Efeito da sociedade sobre a ciência, Efeito da ciência sobre a sociedade, Efeito da sociedade sobre a tecnologia, Efeito da tecnologia sobre a ciência.

Ao se envolver no processo de investigação, a dinâmica e as unidades de sentido promoveram uma reflexão mais profunda e crítica quanto a estas categorias, visto que, analisar as inter-relações entre os elementos da tríade CTS considerando os efeitos entre pares de forma unívoca limitaria a investigação a uma visão reduzida das possíveis inter-relações existentes. Tais reflexões conduziram para o surgimento de 7 categorias emergentes que possibilitaram compreender de forma mais dinâmica as relações em CTS: Natureza da Ciência, Natureza da Tecnologia, Natureza da Sociedade, Inter-relações entre Ciência e Tecnologia, Inter-relações entre Ciência e Sociedade, Inter-relações entre Tecnologia e Sociedade e Inter-relações entre

Ciência, Tecnologia e Sociedade. Este novo conjunto de categorias emergentes pode ser melhor compreendido conforme a figura 1:

Figura 1- As inter-relações CTS



Fonte: Os Autores (2022).

O movimento com as categorias permitiu o próximo passo da ATD: a construção dos metatextos onde descreve-se o objeto de estudo partindo dos elementos emergentes dos textos que tratam sobre a energia elétrica e eletricidade (unidades empíricas) e as teorias que embasam a pesquisa (unidades teóricas).

Posto isso, no próximo tópico, será discutido sobre estes metatextos ao se tratar dos resultados e discussões propostas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido a tradição curricular todos os livros analisados seguem a distribuição padronizada e clássica dos conteúdos de Eletricidade: Eletrostática, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo, apenas um livro traz o tema energia elétrica com certo destaque. Assim, optou-se por analisar todos os textos referentes a eletricidade na busca de indícios das interações CTS. A tabela 01 apresenta as sete categorias utilizadas na investigação e as quantidades de evidências observadas.

Tabela 01 - Categorias CTS observadas

Livro - Código de Identificação	Indícios na NdC	Indícios na NdT	Indícios na NdS	Indícios nas inter-relações CT	Indícios nas inter-relações CS	Indícios nas inter-relações TS	Indícios nas inter-relações CTS
LD1	13	07	01	51	4	23	2
LD2	19	16	04	45	11	34	5
LD3	17	08	01	46	10	62	3
LD4	07	02	-	48	9	14	-
LD5	11	03	01	42	8	28	4
Total	67	36	07	232	42	161	14

Fonte: Os Autores (2022).

Pelos dados apresentados na tabela 01 é possível perceber que a categoria que apresentou mais indícios foi a que analisa as inter-relações entre a Ciência e a Tecnologia com 232 situações. Já a categoria com menor quantidade foi a que analisa indícios da Natureza da Sociedade com apenas 07 indícios. LD3 apresentou a maior quantidade de indícios totalizando 147 e LD4 foi o que apresentou a menor quantidade de indícios, num total de 80 situações, além de não apresentar indícios nas categorias Natureza da Sociedade e inter-relações CTS.

Feitas as discussões gerais sobre a tabela 01 será discutido, na sequência, cada uma destas categorias evidenciando como os LD propõem o trabalho com o tema pesquisado.

### A Natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade

A investigação apontou que a quantidade de indícios encontrados nestes aspectos foi pequena considerando o campo que foi pesquisado. Pelos dados indicados na tabela 01 é possível perceber que a Natureza da Ciência (NdC) apresenta mais indícios, seguido pela Natureza da Tecnologia (NdT) e pela Natureza da Sociedade (NdS). LD2 foi o livro que mais contemplou este aspecto nas três naturezas e LD4 foi o que menos contemplou não apresentando nenhum indício na NdS.

A NdC é perceptível nos trechos destes LD ao se destacar as concepções históricas da eletricidade sendo modificadas com o passar do tempo; ao apontar para o intercâmbio de conhecimentos entre os cientistas a pesquisa feita dentro dos limites de uma teoria e a necessidade de se buscar uma interpretação teórica diante de novas indagações; a capacidade imaginativa de Faraday, o que possibilitou construir o modelo de campo mesmo não dominando o formalismo matemático; a importância das deduções matemáticas de Maxwell complementando a teoria dos campos elétricos e magnéticos promovendo a unificação destes no Eletromagnetismo e deste com a Óptica. Nas citações seguintes é possível perceber tais apontamentos:

Entusiasmado com as **descobertas** da época, o matemático francês André-Marie Ampère (1775-1836) deu início a uma troca de correspondências com outros cientistas, nas quais eram relatados os experimentos realizados e era discutida a necessidade de um novo modelo para a Física eletromagnética [...] (BARRETO FILHO; SILVA, 2016, p. 15, grifo nosso).

[...] o problema do magnetismo se reduzia a um problema de forças entre correntes elétricas. Ampère tentou descrever essas forças com a ajuda de um modelo newtoniano, substituindo as partículas em interação por fios retilíneos condutores. [...] Os esforços empreendidos nesse sentido por Ampère e seus continuadores redundaram em fracasso. **O problema iria encontrar finalmente sua solução graças a uma abordagem totalmente diferente, que teve uma influência decisiva sobre o desenvolvimento posterior da Física.** Essa abordagem se funda no conceito de campo inventado por Michel Faraday. [...] Experimentador inigualável, ele jamais chegou, contudo a dominar as delicadas técnicas matemáticas introduzidas por Ampère no estudo da eletricidade (NANI *et al.*, 2016, p. 131, grifo nosso).

Entretanto, visões positivistas estão muito presentes nestas obras como o uso de termos como descobertas, provar e demonstrar apontando para a ideia de verdades que precisam ser extraídas da natureza. LD1 se destaca nesta posição positivista ao apresentar outras citações

epistemologicamente semelhantes, tais como: “os erros na Ciência contribuem tanto quanto os acertos e, **na falta de uma verdade absoluta**, resta-nos estudar e tentar compreender a aceitação e a utilização dessas ideias em seu próprio tempo” (BONJORNIO *et al.*, 2016, p. 14, grifo nosso).

Quanto a NdT é possível perceber como cada LD expressa uma concepção e um valor de tecnologia ao tratar do tema de investigação. O reconhecimento de que a tecnologia é carregada de valores e intenções, aqui apresentados, aponta para reflexões sobre a Teoria Crítica de Feenberg (2010) e a Adequação Sociotécnica de Dagnino (2014), concepções pelas quais são percebidos os aspectos instrumentais e influências dos valores capitalistas que são reforçadores e inibidores das transformações sociais. Entretanto, tal concepção permite uma reflexão sobre a capacidade que a sociedade tem de exercer controle humano sobre ela.

Destaca-se, também, a visão utilitarista da tecnologia como um produto que resulta, quase sempre, dos resultados das pesquisas científicas e uma suposta busca de se encontrar uma aplicação na sociedade obedecendo, assim, a uma linha de desenvolvimento linear apontado por Auler (2002) e ao chamado “maravilhamento tecnológico”, indicado por Pinto (2005) quando se tenta comparar a sociedade de hoje com a do passado sem considerar o processo histórico de cada uma indicando que a vida pode ser melhor ou mais tecnológica hoje que em outra épocas.

Na sequência, são apresentados dos LD trechos que indicam estas reflexões: [...] Assim, foram desenvolvidos aparelhos e dispositivos elétricos que **começaram a mudar completamente o modo de vida das pessoas** (BONJORNIO *et al.*, 2016, p. 132, grifo nosso)

O sistema econômico é o capitalismo (ou liberalismo), em que os meios de produção são dominados pela propriedade privada, e não pelo governo. **No sistema capitalista busca-se o lucro nas relações comerciais e de produção.** O sistema investe em tecnologia para melhorar os lucros obtidos nessas relações e, portanto, pode ajudar no desenvolvimento científico (BONJORNIO *et al.*, 2016, p. 133, grifo nosso).

Até o início do século XIX, a única maneira de produzir energia elétrica era por meio de pilhas e baterias. **A sociedade não estava muito preocupada com essa produção, pois ainda não havia a dependência que existe hoje em relação a essa energia.** Além disso, os fenômenos relacionados à eletricidade eram encarados apenas como “curiosidades da ciência” (MARTINI *et al.*, 2016, p. 198, grifo nosso).

Destaca-se aqui a posição ideológica de LD1, não ao apontar a real influência do capitalismo na história da tecnologia e da ciência, mas ao não permitir uma reflexão mais intensa sobre as desigualdades e mazelas produzidas em nome destes “maravilhamentos tecnológicos”. Dessa maneira, é perceptível a intensa influência da sociedade na NdT representada, principalmente, pelos setores econômicos e políticos que determinam qual tecnologia deve ser desenvolvida, e para quais objetivos, criando necessidades sociais cujo objetivo primordial é a geração de lucro.

Essa influência do modo de produção em CT também é muito presente nas discussões sobre a NdS. É notório como o sistema capitalista direciona as práticas científicas e tecnológicas que, em muitas situações, não vão ao encontro das reais necessidades da sociedade promovendo disputas por lucro e riqueza, assim como, consequências ambientais. Deve-se destacar, também, que uma proposta que leva em consideração a NdS traz os temas sociais para a discussão com todos os envolvidos permitindo a participação do cidadão comum que, geralmente, fica alheio a estas discussões.

Para exemplificar sobre esta reflexão apresentam-se os seguintes trechos dos LD:

[...] O consumidor raramente reflete sobre as **consequências do consumo** crescente desses produtos [eletroeletrônicos], preocupando-se em satisfazer suas necessidades (AFONSO, 2014 *apud* BARRETO FILHO; SILVA, 2016, p. 22-23, grifo nosso).

O avanço tecnológico simbolizado pelas máquinas a vapor do século XVIII, combinado a descobertas e exploração de suprimentos cada vez maiores de energia está entre os **motores das revoluções industriais** ocorridas nessa época [século XX] da história (NANI et al., 2016, p. 198, grifo nosso).

Como consumidor de tecnologias, os cidadãos devem entender como as práticas tecnológicas e científicas são realizadas e qual a real necessidade delas. Isso o torna participante no processo de construção de orientações para que estas práticas possam promover o desenvolvimento humano respeitando os recursos naturais disponíveis.

Desta forma, discutir a ciência, a tecnologia e a sociedade como elementos separados em seus contextos históricos colabora para perpetuar as visões distorcidas e a manutenção da neutralidade científica e determinismo tecnológico (FEENBERG, 2010). Entretanto, a maioria dos LD analisados avançam ao apresentarem, mesmo que em pouca quantidade e de forma fragmentada, reflexões que remetem a estas naturezas.

Após discussão sobre as naturezas da ciência, da tecnologia e da sociedade será discutido sobre as inter-relações entre os elementos da tríade CTS.

### As inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade

Neste tópico serão apresentados e discutidos sobre os indícios que remetem as inter-relações entre os elementos da tríade CTS. Estas inter-relações apresentaram quantidades significativas observadas nos LD de Física pesquisados entre as categorias que foram propostas na pesquisa conforme a tabela 01. Como já pontuado, as categorias adotadas inicialmente foram as propostas por Mckavanagh e Maher (1982) *apud* Santos e Schnetzler (2003). Entretanto, tal proposta pode levar os leitores a uma compreensão reducionista das relações entre os elementos CTS, pois podem induzir ao pensamento de que um elemento influencia o outro sem considerar as interações entre eles e entre o outro elemento da tríade. Nesse sentido, será discutido sobre estas inter-relações na sequência.

As inter-relações entre ciência e tecnologia (CT) foram as que apresentaram a maior quantidade de indícios, totalizando 232. Entretanto, ao se verificar os textos dos LD, é possível perceber que 175 indícios se referem a influência da ciência na tecnologia e 57 indícios se referem a influência da tecnologia na ciência, ou seja, de acordo com estas categorias a ciência influencia mais a tecnologia que o contrário, mas será que a dinâmica destes processos se comporta desta maneira?

A ideia de que a ciência é a base do conhecimento e a tecnologia a aplicação deste é algo muito presente na sociedade. Assim, cultiva-se um entendimento de que é necessário ocorrer a pesquisa científica para, posteriormente, encontrar uma aplicação na sociedade desenvolvendo, assim, uma tecnologia. Entretanto, essa relação não se estabelece unicamente desta maneira.

Primeiramente, torna-se necessário entender como a tecnologia foi se constituindo no decorrer da história. Bazzo, Pereira e Bazzo (2014) pontuam que todo o complexo tecnológico conhecido hoje teve sua origem em artefatos simples e que tinham o intuito de garantir a

sobrevivência de nossos ancestrais. Para Miranda (2002), a partir do século XVII, a tecnologia começa a sofrer e causar intensas transformações políticas, econômicas, filosóficas e sociais. Assim, a ciência moderna que nascia aliava-se à técnica (concepção mais elementar da tecnologia) promovendo a tecnologia à concepção que a conhecemos hoje, subordinada ao modo de produção capitalista.

As citações seguintes indicam como os LD apresentam essas inter-relações:

A **descoberta** e o entendimento de muitos fenômenos elétricos propiciaram o surgimento de importantes **aplicações práticas**, como o telégrafo, o motor elétrico, o telefone e a lâmpada [...] (BONJORNO *et al.*, 2016, p. 15, grifo nosso).

É expressivo o número de **aplicações científicas e tecnológicas** relacionadas ao fato de a força magnética ser capaz de desviar partículas carregadas em movimento. [...] (MARTINI *et al.*, 2016, p. 184, grifo nosso).

[...] A bateria de Bagdá, data do século II a.C. e pode ser considerado o primeiro **artefato elétrico**. Especula-se que esse dispositivo, feito de um vaso de argila com uma chapa de cobre em sua base e uma barra de ferro no interior, ao ser completado com alguma solução ácida, tenha funcionado como uma bateria química rudimentar (BARRETO FILHO; SILVA, 2016, p. 10, grifo nosso).

De acordo com as citações indicadas em LD1, LD2 e LD4, primeiro seria necessário a produção do conhecimento científico sobre a eletricidade este, por sua vez, concebido majoritariamente por descobertas de verdades absolutas e acabadas, seriam os promotores de inúmeras tecnologias que pareciam, até então inexistentes. Assim, mesmo apresentando elementos tecnológicos importantes como a garrafa de Leyden, a bateria de Bagdá e a roda de Barlow os LDs não aprofundam discussões sobre a tecnologia como um campo de conhecimento distinto que contribuiu significativamente com o avanço científico.

As interações entre ciência e sociedade foram pouco identificadas nas investigações feitas nos LD ao ser comparadas com as outras inter-relações de acordo com a tabela 1. Estes dados indicam um total de 42 indícios, mas os textos analisados apontam 07 situações onde a sociedade influencia a ciência e 35 situações onde a ciência influencia a sociedade.

Neste sentido, pode-se deduzir que a ciência influencia mais a sociedade do que o contrário? Isso não faz sentido ao se observar a prática dentro das inter-relações dos elementos da tríade, as influências sociais sobre a ciência são muito intensas. Conceber o desenvolvimento das pesquisas científicas longe de interesses sociais atribuindo-a um carácter neutro e livre de valores leva a formação de visões distorcidas do fazer científico, conforme Gil-Pérez (2001) alerta, tanto na formação dos professores como nos livros didáticos utilizados nos meios escolares.

Apresentam-se na sequência alguns exemplos das citações sobre estes apontamentos nos LD:

A crescente demanda mundial por energia, associada à pressão por formas de geração menos degradantes, tem levado os pesquisadores a buscar novas formas de geração menos degradantes, tem levado os **pesquisadores a buscar novas formas de obtenção de energia** (NANI *et al.*, 2016, p. 186, grifo nosso).

Tudo isso causou grande **impacto na sociedade**, a ponto de muitos estudiosos considerarem a eletricidade a **gênese de uma segunda Revolução Industrial**. A eletricidade modificou o comportamento humano e deu origem à eletrônica no início do século XX (BONJORNO *et al.*, 2016, p. 15, grifo nosso).

A pilha de Volta logo se popularizou e os efeitos fisiológicos da corrente elétrica inspiraram a escritora Mary Shelley (1797-1851) **na criação da ficção Frankenstein**, lançada em 1818 (BARRETO FILHO; SILVA, 2016, p.1 4, grifo nosso).

Ciência e sociedade se relacionam intensamente apesar dessa relação não ser evidenciada de maneira intensa nos textos dos LD. A percepção dos aspectos sociais da ciência somente ocorrerá com a devida discussão da NdC numa perspectiva histórica, filosófica, religiosa, ética, sociológica, econômica, política e estética (ROSENTHAL, 1989) como indica LD3 ao apontar para a preocupação social com a degradação ambiental e LD2 ao citar a produção do filme Frankenstein influenciada pelos conhecimentos sobre eletricidade emergidos no século XIX.

Continuando a análise das categorias, observa-se que a quantidade de evidências na investigação dos LD que apontam para interações entre tecnologia e sociedade apresenta-se quatro vezes maiores do que as inter-relações entre ciência e sociedade, conforme os dados da tabela 01, totalizando 161 indícios. Pelos aspectos definidos nesta tabela é possível observar que os efeitos da tecnologia sobre a sociedade totalizam 129 indícios, já os efeitos da sociedade sobre a tecnologia foram identificados em apenas 32 ocorrências. De acordo com estes dados é possível perceber que nos textos analisados a tecnologia exerce maior influência sobre a sociedade que o contrário.

A supervalorização da tecnologia na sociedade também pode ser reconhecida de maneira similar a importância da ciência para a tecnologia analisadas no aspecto anterior. Percebe-se que a visão linear em que Desenvolvimento Científico influencia o Desenvolvimento Tecnológico que influencia o Desenvolvimento Econômico e que, por sua vez, determina Desenvolvimento Social está muito presente em várias citações, principalmente, em LD1, LD4 e LD5. Ao indicar que os avanços das tecnologias proporcionaram o desenvolvimento econômico e social de maneira linear estes LD mantém uma visão determinista da tecnologia (AULER, 2002; DAGNINO, 2014).

Para exemplificar sobre tais reflexões serão apresentados trechos dos LD que se referem as essas inter-relações:

Sabemos que a aplicação desse princípio [eletromagnético] mudou radicalmente o modo de vida das populações a partir do início do século XX, decorrendo dessas transformações profundas **implicações econômicas, políticas e sociais** (MARTINI *et al.*, 2016, p. 213, grifo nosso).

[...] Com essa supressão [redes elétricas instaladas na metade do século XIX], **nossa sociedade nada teria de tecnológica nos dias atuais!** (YAMAMOTTO; FUKU, 2017, p. 10, grifo nosso).

[...] Até 2019, quando a usina deverá estar totalmente concluída, Belo Monte terá uma capacidade instalada de 11233 MW, e uma geração efetiva de 4571 MW médios, pois irá gerar a plena carga no período da seca, já que seu reservatório foi reduzido no projeto final da usina para reduzir o **impacto**

**ambiental** do projeto anterior e assegurar que não seria inundada nenhuma terra indígena (NANI *et al.*, 2016, p. 181, grifo nosso).

Pelas descrições apresentadas pode-se perceber o quão importante são os efeitos que as tecnologias desenvolvidas nos princípios da eletricidade e da energia elétrica proporcionaram, e ainda o fazem, na sociedade. Os efeitos tecnológicos podem ser notados em diversos campos da sociedade tais como iluminação, eletroeletrônicos, indústria, comércio etc. Alguns aspectos negativos são evidenciados como os impactos ao meio ambiente, o racionamento de energia e a exclusão social, porém, tais aspectos não são evidenciados como devem ser.

Chama a atenção, novamente, a pretensa intenção de considerar a época atual como mais tecnológica que outras passadas deslocando a tecnologia de sua relação temporal como se um artefato, técnica ou cultura fosse menos tecnológico pela comparação simplista e ahistórica com a atualidade.

Algumas citações, como em LD2 e LD3, possibilitam discussões mais amplas que permitem verificar como a tecnologia influencia positivamente, assim como, traz prejuízos e produz mazelas sociais identificadas pelos impactos ambientais produzidos pelo lixo eletrônico, o uso irracional da energia e o consumismo sem critérios. Também, traz a responsabilidade sobre a importância da participação política do cidadão buscando dialogar com as instituições representativas na sociedade, alertando para os males produzidos e na construção de políticas públicas que atendam corretamente as demandas existentes.

Thomas (2010) defende que, por mais desumano que pareça, todas as tecnologias são humanas e todas são construções sociais. Isso quer dizer que a tecnologia é um produto social que tem uma intencionalidade, um valor. O autor ainda pontua que “[...] nossas sociedades são tecnológicas, assim como nossas tecnologias são sociais. Nós somos seres sociotécnicos” (THOMAS, 2010, p. 36).

A última inter-relação a ser discutida é entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A identificação destas evidências não foi algo muito fácil tendo em vista os pressupostos defendidos dentro da Educação CTS. Porém, apesar destas evidências escolhidas não estarem organizadas dentro das perspectivas que são defendidas aqui, é possível discutir e analisar os conteúdos que são apresentados apontando potencialidades e equívocos que, uma vez refletidos de maneira coerente, permitem explorar possibilidades de uso dos textos dos LD.

Pelo indicativo da tabela 01 as inter-relações CTS foram as que menos apareceram nos textos investigados com o tema energia elétrica, mesmo numa perspectiva reduzida e simplificada, totalizando 14 indícios. LD4 não apresentou nenhuma situação que indique esta inter-relação. De fato, estes indicativos também foram contabilizados nas categorias anteriores dentro das possibilidades de interação que permitiram estas discussões, entretanto, são situações potenciais que permitem valiosas discussões para o fomento de futuras produções didáticas, assim como, orientações para os docentes que pretendam trabalhar nesta perspectiva.

O LD1 apresenta uma atividade que discute o progresso científico, desenvolvimento tecnológico e a influência do sistema econômico. Na resposta direcionada aos questionamentos da atividade o livro apresenta as seguintes ideias: “no sistema capitalista busca-se o lucro nas relações comerciais e de produção” [...] “o sistema investe em tecnologia para melhorar os lucros obtidos nessas relações e, portanto, pode ajudar no desenvolvimento científico” (BONJORNO *et al.*, 2016, p. 133).

Esta situação pode ser tanto preocupante quanto um ótimo momento de desconstrução do mito da neutralidade e determinismo científico-tecnológico. Preocupante pelo fato de o livro estar difundindo distorções sobre como a prática científica e tecnológica devem ser orientadas

exercendo um papel de influência que mantém o *status* do sistema de produção. Momento de desconstrução onde o professor pode questionar, junto aos estudantes, as propostas de progresso científico e desenvolvimento tecnológico que envolvem a energia elétrica dentro dos pressupostos da Educação CTS refletindo sobre os interesses econômicos os quais objetivam o lucro e promovem uma cultura de consumo e alienação da sociedade.

O LD2 (BARRETO FILHO; SILVA, 2016) sugere, também, o documentário “Quem matou o carro elétrico?” que possibilita discussões interessantes nesta categoria. Neste documentário são explorados os problemas de saúde que os habitantes do estado da Califórnia, nos EUA, estavam enfrentando com o alto grau de poluição do ar fortemente influenciado pelos carros movidos a gasolina em 1996. Assim, o governo propõe uma lei na qual as montadoras devem desenvolver tecnologias mais saudáveis baseadas nas baterias elétricas. Uma montadora automobilística desenvolve um carro elétrico que procura atender ao pedido governamental e amenizar a crise ambiental entregando o protótipo criado a uma parcela pequena da população americana indicando, desta maneira, que pretendia continuar o projeto que desenvolvesse um carro durável, silencioso e menos poluente. Entretanto, os interesses financeiros e econômicos das montadoras e de outros setores como o governo federal, a indústria do petróleo, órgãos de pesquisa e o descaso da população contribuíram para que este importante projeto tecnológico fosse abandonado.

O documentário desta proposta tem duração de 92 minutos e promove uma importante reflexão trazendo especialistas de diversas áreas da sociedade americana envolvidas no processo deste protótipo: técnicos responsáveis pelo carro, representantes de órgãos governamentais, usuários do veículo, entre outros. Apresentando seus argumentos, todos pontuaram fatos relevantes que permitem ao expectador tirar suas conclusões sobre como as práticas científicas e tecnológicas podem ser orientadas de acordo com os interesses dominantes.

Tal proposta se constitui num precioso momento de reflexão sobre as inter-relações CTS onde é possível trazer discussões sobre as práticas científicas e tecnológicas, assim como, a participação dos atores sociais destacando os setores econômicos, políticos, comunidade científica e população em geral. Tais aspectos são defendidos por Linsingen (2007, p. 01) e permitem compreender que uma proposta CTS deve estar:

[...] 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.

LD3 apresenta no tópico “A Física tem história” o texto “Urbanização, energia e eletricidade” onde é possível encontrar importantes discussões sobre o crescimento da população urbana mundial destacando a revolução industrial e os avanços tecnológicos ocorridos pelas máquinas térmicas e pela eletricidade.

O texto faz defesas do desenvolvimento tecnológico provocado pela eletricidade ao pontuar que este:

permitiu alimentar as cidades com iluminação abrangente e mais duradoura, possibilitando também o desenvolvimento das telecomunicações e de outros confortos. A construção das primeiras usinas termelétricas, no final do século XIX, anunciava um futuro de energia aparentemente ilimitada, sustentando

novos padrões de consumo. Outros fatores, como a **melhoria da qualidade de vida nas cidades**, avanços da medicina, ampliação de saneamento básico e hábitos pessoais de higiene e melhoria dos padrões de alimentação e moradia, acarretaram **quedas expressivas nas taxas de mortalidade infantil** e **aumento da expectativa de vida**, contribuindo para a explosão demográfica nas cidades (NANI *et al.*, 2016, p. 198, grifo nosso).

Entretanto, o LD3 aponta aspectos preocupantes que acompanharam este processo de urbanização no qual estas tecnologias não atenderam e persistem até os dias atuais:

Contudo, uma parte significativa dessa população, atualmente estimada em um bilhão de pessoas, **vive em condições precárias**, habitando favelas ao redor do globo, e merece o acesso aos benefícios anunciados pela modernidade. Em sua opinião, seria interessante propor aos governos a **criação de políticas públicas para incentivar o aumento da poluição rural?** Justifique. (NANI *et al.*, 2016, p. 198, grifo nosso).

O texto destaca os problemas ambientais provocados pelas usinas termelétricas como poluição atmosférica, efeito estufa, variação de temperatura, e conseqüente alteração em ecossistemas aquáticos que são fontes de água para estas usinas, alterações no microclima local e chuva ácida. Desta maneira, um questionamento é feito **“Com tantos aspectos negativos do ponto de vista ambiental, o que justifica a instalação de uma usina termelétrica em determinada localidade?”** (NANI *et al.*, 2016, p. 180, grifo nosso).

As propostas apresentadas por LD3 permitem intensas discussões sobre a Educação CTS e a Educação Ambiental dependendo de como estes textos são trabalhados com os educandos. Nesse sentido, Gonzales-Gaudiano e Lorenzetti (2009) pontuam que o professor pode demarcar em Fleck seu estilo de pensamento dentro da Educação Ambiental no estilo de pensamento ecológico no qual o foco é nos processos de conservação e preservação dos recursos naturais fortemente alinhados à ecologia e no estilo de pensamento crítico-transformador que analisa os problemas ambientais em suas múltiplas dimensões: naturais, históricas, culturais, sociais, econômicas e políticas preparando o indivíduo para agir numa perspectiva crítica, ética e democrática, sendo este o que tem mais afinidades com a Educação CTS aqui proposta.

O LD5 faz uma abordagem do texto “Capacitores e o fator de potência” no tópico “A Física no Cotidiano”. Neste text, o livro faz um debate sobre a crise de fornecimento e distribuição de energia elétrica em 200, a qual gerou racionamentos e blecautes de energia em diversas partes do país. Na busca de resolver este problema uma das medidas tomadas foi a de aumentar o fator de potência dos equipamentos industriais onde as indústrias deveriam instalar capacitores em paralelo aos circuitos dos equipamentos melhorando a eficiência das máquinas. De acordo com o texto:

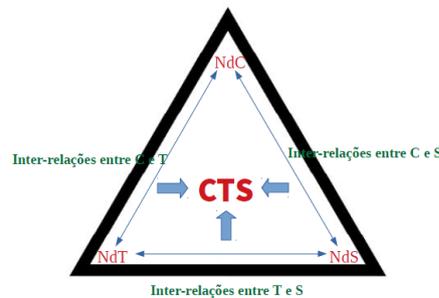
A medida funcionou tão bem que em 09 de setembro de 2010, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) **criou o artigo 95** da resolução 414 exigindo fator de, no mínimo, 0,92 para as unidades que forem supridas com mais de 1000V e **obrigando a medição do fator dessas unidades pelas concessionárias [...]** (YAMAMOTTO; FUKU, 2017, p. 171, grifo nosso).

Neste exemplo, o texto permite refletir como a sociedade, representada em sua função política, pode elaborar ações que permitam orientar o devido uso da tecnologia e ciência

disponíveis através de leis, devidamente debatidas, com outros elos sociais na busca de resolver problemas como a falta de energia e o seu uso racional.

Frente a estas reflexões, e considerando as categorias que analisam as inter-relações CTS aqui indicadas, é possível considerar que uma proposta CTS reflexiva e ampla deve considerar sempre os três elementos da tríade ao se abordar um determinado tema ou conteúdo. Nesse sentido, as categorias emergentes podem ser ressignificadas novamente, e uma representação mais coerente pode ser observada na figura 2:

Figura 2 - Inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade dentro da Educação CTS



Fonte: Os Autores (2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação teve como objetivo analisar como a educação CTS está evidenciada nos cinco livros didáticos de Física mais utilizados, no 3º ano, do PNL 2018 ao se apresentar o tema energia elétrica. Essas observações proporcionaram diversos apontamentos partindo dos dados que foram constituídos e algumas considerações tornaram-se necessárias pelo fato destes livros serem os mais adotados pelos professores de Física do Brasil, os quais estão espalhados nas diversas escolas do país.

As categorias *a priori* adotadas inicialmente permitiram a constituição de dados importantes, entretanto, a dinâmica da pesquisa promoveu novas interpretações e inquietações que levaram ao surgimento de categorias emergentes.

Foi possível inferir que as tradicionais organizações dos conteúdos nos livros analisados mantêm uma linha semelhante de distribuição dos conteúdos quanto ao estudo da eletricidade: começam pela eletrostática, seguem com a eletrodinâmica e finalizam com o eletromagnetismo.

Essa tradicional organização não possibilitou desenvolver temáticas que, em sua maioria, permitissem a reflexão do tema energia elétrica dentro das interações CTS amplas defendidas. Os conteúdos eram os destaques e, por mais que os livros tentassem fazer pontes apresentando situações cotidianas e relações com outras áreas de conhecimento, não abriam espaço para discussões consistentes sobre as naturezas da ciência, tecnologia e sociedade e suas interações. O foco no conteúdo, desprovido da problematização e da contextualização necessárias, não instiga e não provoca o estudante a buscar o conhecimento dentro das concepções da Educação CTS.

As análises permitiram inferir que as categorias iniciais foram mais contempladas de forma quantitativa que as emergentes. Entretanto, as categorias *a priori* tinham um fator limitador quando se considera que um elemento da tríade produz efeitos no outro elemento de forma unívoca sem considerar as complexas relações entre os três elementos. Assim, ao se observar os mesmos dados de forma relacional dentro dos elementos da tríade percebeu-se a incompletude

dos textos dos livros didáticos e a necessidades de novas categorias para uma melhor compreensão das investigações.

De maneira geral, observa-se uma predominância dos conteúdos científicos relacionados a eletricidade. A tecnologia é apresentada como um elemento didático para a compreensão destes conteúdos. A sociedade é considerada como beneficiária dos produtos científicos e tecnológicos. Diante disso, percebe-se a predominância da visão neutra, determinista, linear e salvacionista da ciência e tecnologia que envolvem os processos relacionados ao tema energia elétrica.

Ao se considerar o processo histórico de produção dos livros didáticos não se nega a evolução quanto à incorporação de textos e exemplos que permitem propostas interdisciplinares e a contextualização. Entretanto, essa contextualização precisa ser ampliada dentro de uma perspectiva mais reflexiva destacando-a frente a mera concepção cotidiana dos conteúdos científicos possibilitando que temas relevantes sejam abordados nos livros didáticos numa perspectiva mais crítica em detrimento de perspectivas reduzidas.

Uma vez entendido que a ciência, a tecnologia e a sociedade promovem uma rede muito imbricada de inter-relações consegue-se compreender que a produção desses livros sofre com a tradição de se considerar a neutralidade e o determinismo tecnológico como algo positivo e promotor de uma sociedade próspera. Essa tradição, infelizmente, favorece os setores dominantes da sociedade que controlam os modos de produção, a política e a garantia de direitos das pessoas.

Assim, os desafios encontrados são os de se promover mais debates, discussões e reflexões sobre a Educação CTS de forma a influenciar e orientar os autores dos LD nesta perspectiva crítica de educação garantindo a presença dos elementos necessários para estas mudanças. Tais ações também devem se constituir na formação de professores visto que, mesmo que os livros apresentem propostas desconexas das proposições aqui defendidas, o docente terá o discernimento para escolher a obra, ou partes dela, assim como desconstruir com seus educandos o que está posto de forma tradicional quanto aos temas/conteúdos ou nas perspectivas reduzidas em CTS.

As potencialidades se constituem nas situações onde é possível realizar ações didáticas orientadas pelas concepções da Educação CTS. A investigação indicou possibilidades de se trabalhar numa perspectiva CTS de forma reduzida, em maior quantidade, e crítica, em menor quantidade. Isso expressa que existem avanços, mesmo que de forma tímida, com as diversas perspectivas ao se considerar o histórico dos LD de Ciências e Física. Importante destacar que o objetivo é a promoção das perspectivas críticas que promovam a reflexão com a sociedade, a tomada de decisão e promoção da democratização das práticas em CT. Entretanto, esse processo não é rápido e depende do engajamento de todos para que isso seja uma prática real e ampla.

Outro aspecto que a pesquisa evidencia é o tratamento dos temas/conteúdos dentro das inter-relações entre os elementos da tríade. Isso possibilita compreender as complexas relações ente ciência, tecnologia e sociedade visto que muitas produções da área ainda privilegiam um elemento perante os demais. Compreender CTS é mais que apresentar um conteúdo científico, dar exemplos de aplicações tecnológicas práticas e produção de benefícios para a sociedade.

Assim, os livros didáticos de Física devem trazer, também, os problemas e as mazelas sociais que estão relacionados à ciência e à tecnologia tomando-as mais acessíveis às pessoas e capacitando-as a entender essas complexas relações e jogos de poder buscando a compreensão de como o conteúdo de energia elétrica participa nesse processo produzindo benefícios e prejuízos à humanidade.

As reflexões aqui propostas também sinalizam para o futuro do livro didático de Ciências e de Física. O Novo Ensino Médio já é uma realidade que trás consigo uma visão de educação onde a dinâmica de produção das obras didáticas muda consideravelmente gerando expectativas e incertezas. Em tese, as mudanças defendem melhorias nos processos educacionais focando na interdisciplinaridade e contextualização. Assim, a responsabilidade e o compromisso em defender os pressupostos da educação CTS devem ser fortalecidos garantindo que os avanços continuem.

## REFERÊNCIAS

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 21, n. 45, p. 275-296, 2015.

BAZZO, W. A; PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, J L. S. **Conversando sobre educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.

BARRETO FILHO B; SILVA, C. X. **Física aula por aula: Eletromagnetismo \* Física Moderna**. 3. ed., São Paulo: FTD, 2016.

BONJORNO, R. B. et al. **Física Eletromagnetismo/ Física Moderna**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. **PNLD 2018: física - guia de livros didáticos - ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.

CHALMERS, A. F.; FIKER, R. **O que é ciência afinal?**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

COURA, A; RESENDE, A. Privatização da Eletrobrás: quais as consequências para o consumidor? **Universidade Federal de Minas Gerais**. 2022. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/privatizacao-da-eletobras-quais-as-consequencias-para-o-consumidor>. Acesso em: 01 ago. de 2022.

DAGNINO, R. **Tecnologia Social contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande: Editora Insular, 2014.

FEENBERG, A. Marcuse ou Habermas: duas críticas da tecnologia. In: NEDER, Ricardo T. (Org.). **Andrew Fenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia**. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2010.

GONZALEZ-GAUDIANO, E; LORENZETTI, L. Investigação em Educação Ambiental na América Latina: mapeando tendências. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 25, n. 3, p. 191-211, dez., 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

LEITE, A. E; GARCIA, N. M. D; ROCHA, M. Tendências de pesquisa sobre os livros didáticos de ciências e física. In: Congresso Nacional de Educação, X Educere, 2011, Curitiba. **Anais[...]**. Curitiba: PUCPR, p. 11739-11751, 2011.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência e Ensino**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2007.

LOGUERCIO, R. de Q; DEL PINO, J. C; SOUZA, D. O. G. de. A Educação e o livro didático: implicações sociais. **Educação**, Porto Alegre, ano XXV, n. 48, p.183-193, out., 2002.

MARTINI, G. et al. **Eletricidade: Física do século XXI**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

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: Editora Komedi, 2006.

MIRANDA, A. L. **Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna**. 2002. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2002.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

NANI, A. P. S. et al. **Ser protagonista**. 3. ed., São Paulo, 2016.

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 e Educação**, Bauru, v.13, n.1, p. 71-84, 2007.

PINTO, A. V. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

SANTOS, W. L. P.; CARNEIRO, M. H. S. Livro didático de ciências: fonte de informação ou apostila de exercícios? **Contexto e Educação**, Ijuí, v. 21, n. 76, 2006.

SANTOS, W; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania.** 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

SCHREIBER, M. Os fatores que fazem disparar risco de apagão no Brasil. **BBC News Brasil.** 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-58618347>. Acesso em: 20 nov. 2021.

ROSA, S. E; SANTOS, M. Questões energéticas e suas relações com parâmetros CTS: análise em livros didáticos a partir de uma matriz de referência. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas,** Belém, v. 17, n. 38, p. 267-281, 2021.

ROSENTHAL, D. B. Two approaches to science - technology - society (STS) education. **Science Education,** [s.l.], v. 73, n. 5, p.581-589. 1989.

STRIEDER, R. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas.** 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, p.37, 2012.

THOMAS, H. Los estudios sociales de la tecnologia em América Latina. **Íconos,** [s.l.], v. 2, n. 37, p. 35-53, 2010.

VIECHENESKI, J. P; SILVEIRA, R. M. C. F; CARLETTO, M. R. Relações CTS em livros didáticos da área de ciência: uma análise das pesquisas realizadas no período de 2010 a 2017. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia,** Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 257-278, 2018.

YAMAMOTTO, K.; FUKU, L.F. **Eletricidade** \* Física Moderna. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2017.