

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**BEATRIZ CRUZ DOS SANTOS**

**ANÁLISE DA ABORDAGEM DE QUESTÕES SÓCIOCIENTÍFICAS EM  
LIVROS DIDÁTICOS PARA ESCOLAS DO ENSINO MÉDIO DA REDE  
PÚBLICA**

Niterói

2018

# **ANÁLISE DA ABORDAGEM DE QUESTÕES SÓCIOCIÊNCIAS EM LIVROS DIDÁTICOS PARA ESCOLAS DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Ms. Lucia da Cruz de Almeida

Niterói, RJ

2018

BEATRIZ CRUZ DOS SANTOS

ANÁLISE DA ABORDAGEM DE QUESTÕES SÓCIO CIENTÍFICAS EM  
LIVROS DIDÁTICOS PARA ESCOLAS DO ENSINO MÉDIO DA REDE  
PÚBLICA

Monografia apresentada ao Curso de  
Licenciatura em Física da Universidade  
Federal Fluminense, como requisito  
parcial à obtenção do título de Licenciado  
em Física.

Aprovação em  Janeiro  de 2018.

BANCA EXAMINADORA

PROFª MS LUCIA DA CRUZ DE ALMEIDA – UFF  
(Orientadora)

PROF MS EDEN VIEIRA COSTA

PROFª DR ISA COSTA

Ficha catalográfica automática - SDC/BIF

S237a Santos, Beatriz Cruz dos  
ANALISE DA ABORDAGEM DE QUESTOES SOCIOCIENTIFICAS EM LIVROS  
DIDATICOS PARA ESCOLAS DO ENSINO MEDIO DA REDE PUBLICA /  
Beatriz Cruz dos Santos; Lúcia da Cruz de Almeida,  
orientadora. Niterói, 2018.  
49 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física)-  
Universidade Federal Fluminense, Instituto de Física,  
Niterói, 2018.

1. Ciência, Tecnologia e Sociedade. 2. Programa Nacional do  
Livro Didático. 3. Física. 4. Ensino Médio. 5. Produção  
intelectual. I. Título II. Almeida, Lúcia da Cruz de,  
orientadora. III. Universidade Federal Fluminense. Instituto  
de Física. Departamento de Física.

CDD -



Dedico esta monografia a minha irmã, Bianca Cruz de Moura Carneiro dos Santos: mãe, irmã e inspiração.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha espiritualidade, por ter me mostrado que eu tinha forças para seguir em frente e que o mais importante que ter fé em uma crença, é ter fé em si.

A minha irmã, Bianca Cruz de Moura Carneiro dos Santos, por ter me apoiado durante toda a luta acadêmica e familiar.

Ao meu pai, Carlos dos Santos, que nesta altura da vida trocamos os papéis, mas ainda assim me ensina a viver.

A minha orientadora, Lucia da Cruz de Almeida, pela confiança na escolha do objeto de estudo desta monografia e grande paciência que foi exigida durante o período da elaboração do mesma.

A minha colega de faculdade, amiga e afilhada de casamento Layla Costa da Silva Cony, por ter dado apoio a minha carreira acadêmica cedendo material para a realização da pesquisa para essa monografia, e ter me apoiado durante todos esses anos de graduação.

Aos meus amigos, Lucas de Paula Ferreira, Tatiana Abreu, Priscila Areias, Vivian de Araújo Dornelas, Renan Oliveira e Allan Cony, por terem me dado apoio nos momentos que mais precisei para a realização desta monografia.

## RESUMO

Os resultados da Pesquisa em Ensino de Física juntamente com documentos oficiais do governo brasileiro têm gerado recomendações e apontado caminhos para a efetivação de mudanças nas práticas educativas. Nesse sentido, o objetivo do ensino da Ciência limitado à própria Ciência é substituído por uma visão mais ampla – a Ciência como cultura, de modo a propiciar aos alunos a percepção da Ciência interrelacionada à Tecnologia e à Sociedade. O livro didático é um instrumento importante para professores e alunos na perspectiva de mudanças. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), com a primeira distribuição de livros de Física para alunos do Ensino Médio em 2009, incorporou nos seus critérios de avaliação das obras didáticas aqueles que se referem ao enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Todavia, a forma como os elementos relacionados à CTS figuram nos livros nos levou a colocá-la como objeto de estudo. Para tanto, selecionamos, dentre as - obras que integram o PNLD – Física para o triênio 2018-2020, aleatoriamente duas, baseando nos apenas na proximidade e no afastamento do enfoque CTS em seus títulos. A análise dessas obras nos possibilitou constatar que o PNLD influenciou a inserção de temas CTS nos livros de Física do Ensino Médio. Em uma das obras a forma de inserção dos elementos CTS é mais propícia a sua incorporação nos planejamentos de ensino, enquanto que na outra, demanda da vontade e preparo do professor, já que os elementos de CTS são segregados dos textos voltados ao que é compreendido como conteúdo, podendo ser facilmente descartados.

**Palavras-chave:** Ciência, Tecnologia e Sociedade. Programa Nacional do Livro didático. Física. Ensino Médio.

## ABSTRACT

The results of Research in Physics Teaching and Brazilian's official government documents recommended and pointed out changes in educational practices. So, the objective of science teaching restricted to science itself is replaced by a bright new horizon - Science as culture, providing students a new perception of Science interrelated to Technology and Society. The textbook is an important tool for teachers and students for new perspectives. The Brazilian "National Textbook Program" (PNLD), with the first distribution of Physics textbooks for high school students since 2009, incorporated on its criteria textbook collections those which refer to the Science, Technology and Society (STS) approach. However, the way how the elements related to STS appear in the books led us to choose our as an object of study. For that, we selected, among the collections that integrate the PNLD Physics textbooks for the 2018-2020 triennium, two textbooks based on the proximity and distance of the CTS approach in its titles. The analysis of these collections allowed us to verify that the PNLD influenced the insertion of STS subjects in the high school physics' textbooks. In one of the textbook collection the insertion of the STS elements is more propitious to its incorporation into the lesson plans while the other demands teacher preparation, since the elements of STS are segregated from the texts directed to what's understood as content, and can be easily discarded.

**Keywords** Science, Technology and Society; Brazilian National Program of Didactic Book; Physics; High School



## **SUMÁRIO**

**1 INTRODUÇÃO, p. 9**

**2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, p. 12**

2.1. O MOVIMENTO CTS, p. 13

2.2. COMO INTRODUIR CTS EM AULAS DE CIÊNCIAS?, p. 15

2.3. MUDANÇAS CURRICULARES E O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO, p.17

**3 O LIVRO DIDÁTICO COMO OBJETO DE PESQUISA: PRINCIPAIS ASPECTOS METODOLÓGICOS, p. 21**

**4 RESULTADOS, p. 25**

**5 COMENTÁRIOS FINAIS, p. 38**

**6 OBRAS CITADAS, p. 41**

**7 ANEXO, p. 45**

7.1 EXEMPLO DE EVOLUÇÃO DOS OS CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ALGUM TIPO DE ATIVIDADE NA OBRA A, p. 45

7.2 EXEMPLO DE EVOLUÇÃO DOS OS CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ALGUM TIPO DE ATIVIDADE NA OBRA B, p. 47

7.3 ABORDAGEM ACRÍTICA DO TEMA ENERGIA NA OBRA B, p. 48

## 1 INTRODUÇÃO

A educação em ciência recebe grande apoio filosófico e prático textual de grande difusão. As linhas de pesquisa na área de Educação em Ciências e, mais especificamente, em Ensino de Física têm apontado diversos caminhos para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 1996) trouxe, por um lado, novos desafios para a Escola e, por outro, subsídios, por meio de documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 2000); as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ (BRASIL, 2002); as Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCEM (BRASIL, 2006). Esses documentos são norteadores para uma mudança educacional e um grande marco para a história da educação brasileira, já que se embasam na perspectiva de uma educação construtivista, questionadora e integrada ao mundo real do educador e do educando.

Menezes (2000) explica que, em relação ao ensino de Física, a motivação e o sentido mais claro das proposições apresentadas nos PCN residem na “[...] ideia de uma física como cultura ampla e como cultura prática, assim como a ideia de uma ciência a serviço da construção de visão de mundo e competências humanas mais gerais [...]” (p. 8).

Com todas as possibilidades didáticas no ensino de ciências, todavia, ainda vivemos uma crise. Mudanças curriculares feitas há quase duas décadas, além de outras fortes influências mais antigas, ainda não retiraram aspectos mais marcantes da educação, como a aceitação da ciência como atividade neutra e sua didática como transmissora de informação, negligenciando a construção da ciência e descontextualizando-a do real.

Perante esta situação, o ensino de Física tem sido foco de críticas e opiniões para transformar seu estado, para a desmitificação da ciência, para melhor compreensão sobre as tecnologias, bem como sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Nesse sentido, há o respaldo nos documentos oficiais do Ministério da Educação (MEC), no Currículo Mínimo – Física do Estado do Rio de Janeiro e em uma vasta literatura para uma prática de ensino que propicie aos estudantes reflexões sobre questões que interligam CTS, como explicitado nas OCEM:

A tão falada metáfora da alfabetização científica e tecnológica aponta claramente um dos grandes objetivos do ensino das ciências no nível médio: que os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e os conflitos gerados pela negociação política (BRASIL, 2006, p. 47).

Contudo, as mudanças curriculares em salas de aula são muito lentas. Desta forma, como, geralmente, o livro didático é condutor do currículo, é importante compreender como a abordagem CTS está sendo contemplada nos livros didáticos de Física.

Há menos de uma década, os estudantes do Ensino Médio das escolas públicas careciam do livro didático de Física. O acesso a esse recurso didático tem sido viabilizado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que para a disciplina Física se encontra no terceiro triênio (2009-2011; 2012-2014; 2015-2017).

O Guia do Livro Didático – Física do PNLD – 2018, dentre as questões norteadoras, esclarece que:

A Física escolar deve contemplar [...] a escolha cuidadosa dos elementos mais importantes presentes na estrutura conceitual da Física como uma disciplina científica, uma área do conhecimento sistematizado em termos de conceitos e definições, princípios e leis, modelos e teorias, fenômenos e processos. Deve, ainda, incorporar um tratamento articulado desses elementos entre si e com outras áreas disciplinares, bem como com aspectos históricos, tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais, de modo a propiciar as aprendizagens significativas necessárias aos estudantes e, assim, contribuir para que o Ensino Médio efetive sua função como etapa final da formação educacional básica de todo e qualquer cidadão. Em outras palavras, a Física escolar deve articular um equilíbrio entre a importância relativa dos tópicos de Física programados e a relevância vivencial e social desses conteúdos para os sujeitos em formação, ou seja, para nossos estudantes do Ensino Médio (BRASIL/MEC, 2017, p. 9).

Esse Guia explicita também como um dos critérios eliminatórios específicos para o componente curricular Física, a observação sobre se a obra:

“Propõe discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e de

posicionar-se criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual” (IBID, p. 19).

Assim, esta monografia objetiva a análise crítica sobre a forma de abordagem das relações CTS em obra de Física do PNLD 2018, cujo critério de escolha, dentre as que integram o referido Programa, será detalhado no Capítulo referente à metodologia da investigação que será balizada pela seguinte questão-problema: Como a discussão CTS é veiculada nas obras de Física integrantes do PNLD para este triênio (2018-2020)?

Com a construção de resposta para essa questão objetivamos contribuir para a instrumentalização do professor na escolha do livro didático, a partir da compreensão do seu papel no aprimoramento do seu uso, adquirido com verbas públicas, em prol de melhores resultados na formação dos estudantes.

Sendo assim, no Capítulo 2 serão apresentados os principais fundamentos teóricos que justificam a inserção de questões CTS no desenvolvimento curricular da disciplina Física no Ensino Médio.

O Capítulo 3 refere-se às questões metodológicas adotadas na investigação de modo a dar conta da construção de resposta para a questão-problema. Para tanto, recorreremos a procedimentos da pesquisa quantitativa e da qualitativa, nos restringindo à análise de duas obras de Física pertencentes ao PNLD para o triênio 2018 – 2020: *Física – ciência e tecnologia* (TORRES et al, 2016) e *Física para o ensino médio* (FUKE; YAMAMOTO, 2016).

Os principais resultados constam do Capítulo 4. Para tanto, apresentamos a análise dos elementos que remetem à possibilidade do enfoque CTS nas duas obras selecionadas, bem como as nossas sugestões para melhor aproveitamento do livro didático em atividades que fomentem nos estudantes o desenvolvimento da capacidade crítica frente a assuntos relativos à relação CTS.

O enfoque CTS no contexto escolar pode ser compreendido como uma abordagem de ensino desafiadora e em construção frente ao ensino tradicional. Nesse sentido, no Capítulo 5 são apresentadas algumas considerações, já que essa temática ainda demanda esforços por parte de pesquisadores e professores de Física.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A partir do século XIX, a Ciência e a Tecnologia (C&T) passam a ser os agentes principais de mudanças na sociedade. Com o invento das máquinas térmicas, o desenvolvimento do eletromagnetismo, a intensificação da produção de energia, fortificou-se uma interdependência entre o saber, sua aplicação e os que dele e dela poderiam usufruir.

Após a 1ª revolução industrial, houve uma necessidade de separar a ciência em competências, fortificando e disseminando a criação das escolas técnicas e serviços específicos, como temos hoje.

A difusão do conhecimento e seu emprego se intensificaram após as duas Grandes Guerras de forma descontrolada, se afastando do objetivo primário de bem-estar social. Acompanhando estes eventos, cresceram os movimentos de conscientização dos efeitos dessa evolução excessiva. No Brasil não foi diferente. O ciclo escolar passou a ser ministrado em diferentes matérias sem interconexão e comunicação.

Ao tratar da influência desses movimentos de conscientização, Bridgstock et al<sup>1</sup> (1998 apud SANTOS; MORTIMER, 2002) explicam que:

[...] a ciência e a tecnologia têm interferido no ambiente e suas aplicações têm sido objeto de muitos debates éticos, o que torna inconcebível a ideia de uma ciência pela ciência, sem consideração de seus efeitos e aplicações. É nesse contexto que estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade têm recebido uma grande atenção, sobretudo no período posterior ao da Segunda Guerra Mundial e, nas últimas décadas, vêm influenciando a elaboração de currículos de ciências no mundo inteiro (p. 111).

Para melhor compreensão dos reflexos dos estudos sobre CTS no contexto educacional, procuraremos melhor caracterizar, primeiramente, o que tem sido denominado de movimento CTS para, em seguida, tratarmos de sua influência no ensino de Ciências.

<sup>1</sup>BRIDGSTOCK, M. et al. *Science, technology and society: an introduction*. Australia: Cambridge University Press 1998.

## 2.1. O MOVIMENTO CTS

A degradação ambiental foi um fator decisivo para a mudança de perspectiva da evolução social sobre a ciência, e fez com que nos anos 60 do século passado nascesse o movimento CTS, que teve como fundamental as colaborações de Thomas Kuhn e Rachel Carson, ambas em 1960, que tratavam, respectivamente, do uso da bomba atômica como argumentação do fim da guerra e da utilização descontrolada de pesticidas fertilizantes.

De acordo com a descrição de Garcia et al<sup>2</sup> (1996 apud AULER, 2007), houve, em meados do século XX, nos países capitalistas, um sentimento crescente que questionava a condução linear e automática do desenvolvimento do bem-estar social por intermédio do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico. Por conseguinte, esse sentimento colocou a Ciência e a Tecnologia (C&T) como objeto de debate político, desencadeando um movimento reivindicatório que replicava a concepção que condicionava a resolução de problemas ambientais, sociais e econômicos a mais Ciência e Tecnologia.

No campo educacional, mais que um movimento, CTS é uma perspectiva de mudança curricular educacional, ultrapassando as barreiras da escola e visando promover o “letramento científico”, a criticidade da C&T como atividade aplicada e neutra e o acesso público das discussões dos impactos dela sobre a sociedade (STRIEDER, 2012).

Antes de prosseguirmos, cabe esclarecermos, como bem colocam Sasseron e Carvalho (2011), que há uma variação terminológica que define o ensino de Ciências que visa à “formação cidadã dos alunos para ação e atuação em sociedade” (p. 59-60). Assim, são adotados os termos: letramento científico, alfabetização científica e enculturação científica.

Cada um dos termos tem como objetivo indicar a abordagem de temas que utilizam a C&T em caráter didático, observando a particularidade de cada uma a partir das definições para ação correspondente. Enquanto a “alfabetização” e “letramento” significam, em geral, que o cerne didático está no conhecimento da

<sup>2</sup> GARCÍA, J. L. et al. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.

leitura e da escrita, a “enculturação” pressupõe a inserção cultural e social sobre o tema (IBID).

Todavia, os motivos de cada ação são os mesmos, preservando sua finalidade didática, a qual é entendimento social crítico da interferência da ciência no contexto dos sujeitos sociais. Logo, nesta monografia optamos por não diferenciá-las apenas pelas técnicas, mas associá-las pelos objetivos em comum e, assim adotaremos a terminologia alfabetização científica.

Mais tarde, na década de 1990, autores como Rubba (1988), Zoller (1974) e Waks (1990) atentam de maneira mais profunda o viés da educação para ação social, a responsabilidade pela ação e relação dos impactos da ciência e a tecnologia sobre a sociedade.

Em relação à educação brasileira, percebemos a influência do movimento CTS em meados da década de 1990 e nos primeiros anos deste século por intermédio, respectivamente, da promulgação da LDBEN (BRASIL, 1996) e dos documentos oficiais do MEC subsidiários a sua implementação no contexto educacional.

Sobre esta influência, Pinheiro, Matos e Bazzo (2007) ressaltam que, dentre os enfoques previstos para o Ensino Médio, um dos principais é:

[...] preparar o aluno para a vida, de forma que, a partir dos conhecimentos que ele construa, consiga relacioná-los com o contexto científico-tecnológico e social no qual está inserido, como supõe a própria concepção de cidadania explicitada na proposta educacional vigente [...] (p. 50).

De maneira intempestiva, o governo brasileiro reformulou recentemente o Ensino Médio. Para diversos educadores essa reformulação significa um retrocesso. Nas palavras de Frigotto (2016), a reforma do Ensino Médio:

[...] retrocede ao obscurantismo de autores como Desttut de Tracy que defendia, ao final do século XIX, ser da própria natureza e, portanto, independente da vontade dos homens, a existência de uma escola rica em conhecimento, cultura, etc., para os que tinham tempo de estudar e se destinavam a dirigir no futuro e outra escola rápida, pragmática, para os que não tinham muito tempo para ficar na escola e se destinavam (por natureza) ao duro ofício do trabalho (p. 330).

Todavia, vale ressaltar que a consolidação dessa reforma no âmbito das áreas de conhecimento e disciplinas do currículo do Ensino Médio está condicionada

à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que para o Ensino Médio ainda se encontra em tramitação.

Independente do que venha se consolidar como a BNCC para a Física do Ensino Médio, o Artigo 22 da LDBEN (1996) e os incisos III e IV do Artigo 35 não foram revogados e, sendo assim, seria contraditório negar o enfoque CTS no âmbito educacional e almejar uma educação básica que assegure ao educando:

[...] formação comum indispensável para o exercício da cidadania [...] aprimoramento [...] como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; *a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos*, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996. p. 24).

## **2.2. COMO INTRODUIZIR CTS EM AULAS DE CIÊNCIAS?**

O enfoque CTS no ambiente escolar tem papel modificador, alfabetizador e crítico (BARBOSA; BAZZO, 2013; CUTCLIFFE, 1990) para tornar a sociedade ciente e próxima à influência científico-tecnológica sobre ela.

Nas palavras de Santos (2007), o enfoque CTS no ensino de Ciências da Educação Básica tem como objetivo central:

[...] promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, 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 (p. 2).

Para isto acontecer, os agentes educacionais devem estar cientes da necessidade da contextualização e seleção de ferramentas de apoio. Muitos autores<sup>3</sup> recomendam a introdução autônoma de atividades que vislumbram a exploração de objetos singulares, abordando áreas específicas de atuação, em outras palavras atividades que permitam a contextualização do conteúdo didático. O professor deve destacá-los dentre outros assuntos de maneira independente,

<sup>3</sup>No Brasil, há um número extenso de pesquisadores em Ensino de Ciências que desenvolvem investigações com base no enfoque CTS, dentre os quais: Maurício Pietrocola, Décio Auler, Wildson Luis P. dos Santos, Walter Bazzo e Eduardo F. Mortimer.



introduzi-los na conjuntura do currículo, podendo recorrer ao uso de controvérsias e estruturá-los de forma sucinta ao seu plano pedagógico.

Tarefas como essas, geralmente, são praticadas por docentes, cuja formação acadêmica os orienta para efetivação de abordagens críticas em sala de aula. Dito de outra forma, além da necessidade de uma formação docente crítica, a prática deverá enfatizar o uso da contextualização CTS em sala.

Assim, nesse sentido, contextualizar não pode ser confundido com exemplificar ou com a simples menção do cotidiano no ensino dos conhecimentos científicos. Ricardo (2010) alerta que:

[...] um ensino de Física contextualizado não se resume a relações ilustrativas com o cotidiano dos alunos, ou com exemplos de aplicações da Física. Um ensino contextualizado é o resultado de escolhas didáticas do professor, envolvendo conteúdos e metodologias, e com um projeto de ensino bem definido (p. 42).

Na perspectiva do enfoque CTS, os projetos de ensino assumem objetivos inerentes à contextualização:

1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano (SANTOS, 2007. p. 5).

O conhecimento e aplicação das abordagens críticas ainda dependem do preparo do professor. Alguns incentivos, por meio da contextualização dos conhecimentos científicos, têm sido feitos nas últimas décadas, tais como, os apresentados nos documentos oficiais do MEC (PCN, PCN+ e OCNEM), bem como nos enunciados de questões dos Exames Nacionais do Ensino Médio, apesar de críticas a essa forma de proposição nas provas de Física (SILVEIRA, 2013; SILVEIRA; BARBOSA; SILVA, 2015).

Percebemos que em nível de recomendações há respaldo para o enfoque CTS no contexto educacional, contudo, como a sua inserção no ensino de Física pode ser intensificada?

Uma tendência tem sido a exploração de temas controversos. Sobre essa tendência, destacam-se as questões sociocientíficas (QSC) que, além do aspecto argumentativo, enfatiza-se o processo científico-tecnológico, abordando “reflexões

sobre as diversas dimensões que se articulam com os temas e que sejam realmente relevantes para a formação do cidadão crítico” (BERNARDO; VIANNA; SILVA, 2011, p. 3).

O livro didático é um dos recursos mais usados no contexto escolar (visto em prática) e, em relação à rede pública de ensino, seu uso é antecedido por análise e seleção nacional baseadas em critérios gerais e específicos explicitados nos editais do PNLD.

O livro pode ser o agente que compõe, delimita e conduz currículos e cronogramas, introduzindo e questionando questões CTS. Como já mencionamos na Introdução desta monografia, o enfoque CTS está presente no Guia do PNLD – Física para o triênio 2018-2020. Sobre esse aspecto, a análise de Strieder et al (2016) continua válida, no sentido que parte do texto relativa ao enfoque CTS no documento é idêntica ao do triênio vigente. Para esses autores, “[...] as discussões sobre as relações CTS são explicitadas com forte apelo à formação para a cidadania, tendo como um dos pretensos desdobramentos a essa formação, o posicionamento crítico do educando, na sociedade” (p. 97).

### **2.3. MUDANÇAS CURRICULARES E O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO**

Mesmo com a carência de livros de Física na rede pública de ensino até cerca de uma década atrás, dentre os diversos recursos para os processos de ensino e de aprendizagem, Garcia (2012), aponta que “o livro didático tem desempenhado, desde longa data, um importante papel no espaço escolar [...]” (p. 146). Para Choppin<sup>4</sup> (2004 apud GARCIA, 2012), esse recurso se constitui em um “suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações”.

Segundo Vasconcellos<sup>5</sup> (1993 apud VASCONCELOS; SOUTO, 2003), o livro didático tem como objetivo “propiciar ao aluno uma compreensão científica, filosófica

<sup>4</sup>CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, v. 30, n. 3, 2004.

<sup>5</sup>VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

e estética de sua realidade”, de modo a se constituir em suporte no processo de formação dos indivíduos/cidadãos.

Assim, a disponibilidade e uso do livro didático como material de apoio dentro do ambiente escolar é básico e fundamental. Identificando a necessidade de livros didáticos para acompanhar as mudanças curriculares nas escolas públicas brasileiras, o MEC iniciou o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que recebe, cataloga, avalia e distribui, dentre as diversas obras selecionadas, esse instrumento para os alunos das escolas públicas brasileiras, com forma de alcançar seu principal objetivo que se traduz em viabilizar “[...] o acesso de professores, estudantes e famílias a informações, conceitos, saberes, práticas, valores e possibilidades de compreender, transformar e ampliar o modo de ver e fazer a ciência, a sociedade, a educação e a cultura” (FNDE, 2017, s/p).

O PNLD atrela a escolha do livro pelo coletivo de professores de cada disciplina ao Projeto Político Pedagógico das escolas, levando em conta que:

[...] não é uma tarefa das mais fáceis, mas, certamente, é das mais relevantes, uma vez que se trata de reconhecer, nos textos das resenhas das obras apresentadas nos Guias de Livros Didáticos, indicativos que permitam estabelecer uma aproximação mais efetiva possível entre o projeto político-pedagógico da escola e o livro didático (BRASIL-MEC, 2017, 10).

No cotidiano dos estudantes e professores, o texto do PNLD reconhece “que o livro didático pode ser um importante aliado, ajudando-os na organização do ensino e da aprendizagem” (IBID, p. 11). Todavia, esclarece que isto está condicionado, dentre outras condições ao “[...] reconhecimento das necessidades do contexto escolar e, ao mesmo tempo, a capacidade de entender os limites dos livros didáticos [...]” (IBID), alertando às equipes de professores que a leitura e a análise das resenhas constantes dos Guias do Livro didático, “[...] serão mais proveitosas se os(as) docentes tiverem seus propósitos bem definidos” (IBID). Dentre os parâmetros a serem levados em consideração na escolha do livro didático, o PNLD sugere a verificação sobre se há: fornecimento de informação científica e geral, oferecimento de formação pedagógica diretamente relacionada ao componente curricular em questão, auxílio para o desenvolvimento das aulas sem retrain a autonomia docente, subsídios para a avaliação dos conhecimentos, habilidades e

atitudes a serem construídos no processo de ensino-aprendizagem e contribuição para a operação de práticas interdisciplinares na escola (IBID).

Em investigação sobre a escolha e o uso do livro didático das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática, Perrelli, Lima e Belmar (2003) constataram que:

O Guia do LD não é usado e sequer conhecido por boa parte dos professores, principalmente dos novatos. Quando o conhecem, não o utilizam para auxiliar no processo de escolha do LD, pois consideram que todos os livros se assemelham e, dessa forma, entendem que a sua experiência é que balizará a análise e escolha do LD (p. 252).

Essa constatação dos autores demonstra, dentre outros aspectos, que a escolha do livro ocorre de maneira distanciada do projeto político pedagógico da escola e de uma maneira geral, das atuais tendências para o ensino de Física, dentre as quais, o enfoque CTS. Conseqüentemente, nessa forma de escolha do livro, como explicam Megid Neto e Fracalanza (2003), o professor de ciências vem adaptando de forma livre o conteúdo deste material dentro de seu programa curricular, descaracterizando o livro didático sem que as editoras reconheçam tal modificação no roteiro, fazendo com que as mudanças essenciais para melhorar sua eficiência ocorram muito lentamente.

Santos e Carneiro (2006), por meio de análise relativa ao estudo e à pesquisa sobre o livro didático de Ciências, constatam que, considerado como o tradutor do currículo escolar, três grandes funções são atribuídas: “de informação, de estruturação e organização da aprendizagem e, finalmente, a função de guia do aluno no processo de apreensão do mundo exterior” (RICHAUDEAU<sup>6</sup>, 1979 apud SANTOS; CARNEIRO 2006, p. 206).

Apesar da possibilidade de influir fortemente na tradução do currículo, o livro didático não deve eliminar a autonomia do professor frente aos objetivos postos no planejamento escolar. Nesse sentido, adaptações, complementações e rearranjos na organização e distribuição dos conteúdos são salutares. Entretanto, para que isso aconteça, o professor deve ter clareza sobre a sua proposição de ensino, não apenas em relação ao conteúdo, mas principalmente sobre as questões metodológicas, as estratégias e os recursos didáticos. É sobre esse papel do

<sup>6</sup>RICHAUDEAU, F. *Conception et production des manuels scolaires: guide pratique*. Paris: UNESCO, 1979.

professor que Santos e Carneiro (2006) chamam a atenção, já que, geralmente, o livro didático é reduzido a um caderno de exercícios. De acordo com esses autores,

Os dados de nossas pesquisas comprovam que o LD continua sendo utilizado em sala de aula com função quase exclusiva de resolução de exercícios. Acreditamos, porém, que essa forma de uso pode ser mudada, a partir de uma reflexão do professor sobre a sua prática pedagógica. A adoção de novas estratégias de uso contribui para que os livros assumam o seu papel de fonte do saber sistematizado e de facilitador da aprendizagem (p. 218).

Quanto ao ensino de ciências, a sua qualidade e eficiência se entrelaçam com a necessidade da apresentação ou de adaptações/complementações que favoreçam a contextualização do saber, a fim de dar mais desempenho à prática docente oferecendo o conhecimento científico de forma mais coerente dentro e fora da escola em uma perspectiva que rompa com a visão “de ciência pretensamente neutra, objetivista, empiricista, quantitativista, cumulativa, linear, elitista, sobre-humana, a-histórica, ainda tão presente nos contextos escolares” (GÜLLICH; SILVA, 2013), reafirmando a inserção da prática da crítica sobre o conteúdo dado em sala de aula pelo viés do movimento CTS.

### **3 O LIVRO DIDÁTICO COMO OBJETO DE PESQUISA: PRINCIPAIS ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Como recurso estabilizado no ensino brasileiro, Geraldi (1993) reafirma que o livro didático reflete a composição curricular das escolas, permitindo a prática do conteúdo didático firmado pelo coletivo de professores. Logo, a análise desse recurso deveria se resumir na análise da ação do currículo em sala de aula, dando acesso ao discurso e à articulação do professor dentro da sala de aula. Essa perspectiva, todavia, é grandiosa frente ao objeto de estudo e tempo previsto para o desenvolvimento de investigação como trabalho de final de curso de graduação. Assim, nossos encaminhamentos metodológicos visam à construção de resposta para a pergunta-chave da investigação.

Ao escolher as obras de Física, os professores deveriam, não apenas estar atentos à proporção que as mesmas atendem aos requisitos curriculares, mas também se sentirem instigados a opinar, investigar e a apresentar alternativas particularmente ao que se refere à forma de exploração dos recursos apresentados nos livros. Na concepção de Schirmer e Sauerwein (2017):

[...] a constituição de profissionais capacitados precisa considerar a problematização das questões relacionadas ao LD, possibilitando aos professores o reconhecimento dos processos envolvidos na dinâmica atual do LD no país. Nesse sentido, mapear as publicações e identificar as proposições e ações que vêm sendo construídas é um passo importante para buscar aproximações entre políticas públicas, pesquisa e a formação docente, em busca de instrumentalizar o professor para que este possa transformar os investimentos realizados com a compra de livros em resultados positivos para a educação (p. 35).

Considerando a formação para o exercício pleno da cidadania um dos objetivos do Ensino Médio, a análise sobre como a discussão CTS é veiculada no livro didático de Física deveria ser um dos parâmetros para a escolha da obra de Física do PNLD. Assim, nesta monografia, a partir da questão colocada para a investigação – Como a discussão CTS é veiculada nas obras de Física integrantes do PNLD para o triênio (2018-2020)? – objetivamos contribuir para a instrumentalização do professor na escolha do livro didático, a partir da

compreensão do seu papel no aprimoramento do seu uso, adquirido com verbas públicas, em prol de melhores resultados na formação dos estudantes.

Para professores em formação inicial o acesso às obras que integram o PNLD não é simples, particularmente, quando se referem a um ciclo que ainda vai ter início.

Assim, a primeira tentativa de acesso às obras do PNLD – Física (2018 – 2020) foi por meio de contatos com as editoras (e-mail e ligação telefônica), para a qual não obtivemos sucesso. O outro caminho foi contato direto com as direções de duas escolas públicas da rede estadual de ensino do RJ, que também não nos oportunizou o acesso aos livros. A saída que construímos foi o contato com ex-alunos do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Fluminense (UFF) em atuação no magistério (Física) que nos possibilitou o acesso a três volumes da coletânea de obras de Física do PNLD para o próximo triênio, conforme descrição no Quadro 1:

**Quadro 1: Obras do PNLD – Física (2018 – 2020).**

<b>AUTORES</b>	<b>OBRA</b>	<b>EDIÇÃO/ANO</b>	<b>EDITORIA</b>
MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz; GUIMARÃES, Carla.	<i>Física: contexto &amp; aplicações</i>	2 ed., 2016	Editora Scipione
BONJORNO, José Roberto et al.	<i>Física</i>	3 ed, 2016	FTD
GONÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos.	<i>Física: interação e tecnologia</i>	2 ed., 2016	LEYA
DOCA, Ricardo Helou; VILLAS BOAS, Newton; Biscuola, Gualter José.	<i>Física</i>	3 ed, 2016	Saraiva Educação
SANT'ANNA, Blaidi et al	<i>Conexões com a física</i>	3 ed, 2016	Moderna
CARRON; Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto.	<i>Física</i>	2 ed., 2016	Ática
POGIBIN, Alexander et al	<i>Física em contextos</i>	2016	Editora do Brasil
GASPAR, Alberto	<i>Compreendendo a física</i>	3 ed, 2016	Ática
TORRES; Carlos Magno A. et al.	<i>Física – ciência e tecnologia</i>	4 ed, 2016	Moderna
BARRETO, Benigno; XAVIER Claudio.	<i>Física aula por aula</i>	3 ed, 2016	FTD
VÁLIO, Adriana Benetti Marques et al	<i>Ser protagonista - física</i>	3 ed, 2016	SM
FUKE, Luiz Felipe; YAMAMOTO, Kazuhito	<i>Física para o ensino médio</i>	4 ed, 2016	Saraiva Educação

**Fonte: Autora<sup>7</sup>.**

Como já mencionado, o tempo destinado à elaboração da monografia, enquanto componente curricular do Curso de Licenciatura em Física da UFF, não

permite uma análise pormenorizada de todos os aspectos a serem levados em consideração nas 12 obras que compõem o PNLD – Física para o próximo triênio. Assim, nos limitaremos à análise dos aspectos relativos ao enfoque CTS, restrita a duas obras, ou seja, aos três volumes das obras selecionadas.

Na definição das obras a serem analisadas, optamos por uma escolha aleatória, levando em conta a aproximação e o distanciamento ou isenção do enfoque CTS em seus títulos. As obras escolhidas foram as discriminadas no Quadro 2, cujas capas de seus volumes encontram-se reproduzidas na Figura 1 e que nesta monografia serão denominadas, respectivamente de obra A e obra B.

**Quadro 2: Obras do PNLD – Física (2018 – 2020) selecionadas para a análise.**

AUTORES	OBRA	DENOMINAÇÃO
TORRES; Carlos Magno A. et al.	<i>Física – ciência e tecnologia</i>	A
FUKE, Luiz Felipe; YAMAMOTO, Kazuhito	<i>Física para o ensino médio</i>	B

Fonte: Autora.

**Figura 1: Capas dos volumes das obras selecionadas.**



Fonte: autora<sup>8</sup>.

A etapa metodológica seguinte se configurou na análise das resenhas das duas obras relativa ao enfoque CTS disponíveis no Guia do PNLD – Física, seguida da análise propriamente dita das duas obras.

Para tanto, realizamos inicialmente uma análise quantitativa em termos da frequência e da distribuição da abordagem CTS ao longo dos Capítulos dos volumes das obras A e B.

<sup>8</sup>Idem, nota anterior.



Para balizar a análise qualitativa, a partir de descrições do Guia do livro didático (BRASIL/MEC, 2017), construímos os critérios descritos no Quadro 3:

**Quadro 3: Critérios para a análise qualitativa das obras de Física, relativos ao enfoque CTS.**

<b>CRITÉRIOS</b>
1. Contemplou o aumento da diversidade de assuntos, de acordo com a pluralidade e crescimento de descobertas científicas;
2. Selecionou temas (assuntos) de C&T, visando à apresentação da Física como uma matéria científica, mas que também incorpora a contextualização histórica, tecnológica social, ambiental e crítica.
3. Optou pela contextualização consciente e não-arbitrária, a fim de gerar interesse do estudante.

**Fonte: autora.**

Essa análise possibilitou a construção de resposta para a questão da investigação, bem como para o alcance do objetivo proposto como será apresentado no próximo Capítulo.

## 4 RESULTADOS

O leitor, na apresentação da Obra A, se depara com a percepção dos autores sobre o papel da Física na sociedade e sobre o impacto da própria obra como um instrumento que contribui para a evolução intelectual e pessoal do aluno que dela fizer uso (TORRES et al, 2016).

A obra é composta por três volumes, um dedicado à física da mecânica clássica, enquanto que o segundo e terceiro, respectivamente, à física térmica, óptica clássica e mecânica ondulatória e ao eletromagnetismo e física moderna. Ressaltamos que os autores, sem justificativa explícita, adotam a terminologia mecânica ondulatória para tratar das ondas mecânicas deixando o estudo das ondas eletromagnéticas para o terceiro volume.

O conteúdo didático desta obra está estruturado em capítulos, agrupados em áreas de afinidade intituladas unidades. Tal agrupamento remete à classificação usual das competências de Física, o que torna mais fácil para o professor identificar nos volumes da obra os conteúdos previstos nos planejamentos das suas turmas para cada ano do Ensino Médio.

Cada unidade apresenta elementos textuais de outras fontes, atividades em grupo e aplicação daquele saber em alguma tecnologia. Todos os capítulos têm exercícios múltipla escolha e dissertativos. Os exercícios dissertativos têm como característica a análise de tabelas e gráficos do corpo textual do próprio livro, análise matemática e análise expositiva do assunto ao qual está inserido. Alguns se destacam pela análise de discursos usuais do senso comum para reflexão do aluno sobre a ciência estudada. Ao final de cada unidade, são apresentadas recomendações de atividades que utilizam o computador e outras sugestões de leitura para o aluno.

Os fenômenos também são detalhados de forma gráfica, pormenorizado nas próprias figuras e elucidados mais uma vez nos textos aos quais estão inseridos. É surpreendente a quantidade de figuras utilizadas na abordagem de cada fenômeno, demonstrando a preocupação dos autores em exibir as suas particularidades individuais.

Na obra B, os autores definem a física como competência de construção humana e experimental e elucidam o leitor que tanto a Física como as outras ciências estão em “constante desenvolvimento” e, logo, inexitem “teorias ou modelos definitivos” (FUKE; YAMAMOTO, 2016, p. 8).

Em termos de estrutura e apresentação, esta obra se assemelha à obra A, tanto em relação à divisão em três volumes quanto à distribuição dos conteúdos, à exceção do estudo das ondas que se reduz às ondas mecânicas.

Na apresentação do conteúdo são utilizados muitos gráficos, tabelas e informações pertinentes para o conteúdo focado, além de figuras para exemplificar cada fenômeno. Também são utilizadas fotos de eventos cotidianos, oferecendo ao leitor uma noção do assunto na vida real.

A quantidade de textos é muito maior que a da obra A, porém, o seu sumário não é muito detalhado, perdendo sua utilidade prática.

Apresentamos no Quadro 4 a seguir, análise de elementos de CTS CTS da obra A, relativos aos primeiros capítulos de seu primeiro livro. Realizamos uma análise do texto por traços CTS.

**Quadro 4: Elementos de abordagem CTS nos primeiros capítulos do volume 1 da obra A.**

UNIDADE	CAPÍTULO	ABORDAGEM C&T
1	Fundamentos da Ciência Física	Fotos de tecnologias que estão no contexto da unidade, e suas respectivas legendas.
	1 Natureza da Ciência	Atividade destacada para investigação da C&T ao longo dos anos através de entrevista da comunidade (p 13).
		Parágrafo incorporado ao texto principal, sobre a C&T e suas consequências na sociedade e na natureza. (p.13-14)
		Atividade destacada para investigação de multidisciplinaridade na C&T sistematizada. (p. 15).
		Humanização das construções tecnocientíficas justificada por contexto histórico. (p. 15).
		Atividade destacada para investigação de multidisciplinaridade de uma ciência na perspectiva do contexto histórico (p. 16).
		Texto incorporado sistematizando a ciência com multidisciplinaridade, através de contexto histórico (p.16-17).
		Texto destacado, apresentando e discutindo assuntos CTS, com questão em aberto ao final (p. 18-19).
		Exercício para análise de uma tecnologia atual, através de interpretação de texto e conhecimento prévio (Exercício 1, p.19).
		Exercício para análise de um novo campo científico com impacto na

		sociedade (Exercício 2, p. 19).
		Exercício para discussão sobre a presença da ciência em tecnologias (Exercício 4, p.19).
		Exercício para discussão do impacto do desenvolvimento tecnocientífico na sociedade (exercício 5, p. 20).
		Exercícios para discussão e elaboração de uma solução quanto a um problema tecnossocial sobre consumo e desperdício e fontes de energia não renováveis, respectivamente (exercícios 11, 12 e 13, p. 20).
	2 Métodos da Ciência Física	Texto introdutório do capítulo, com proposta de atividade investigativa ao final (p. 23).
		Contextualização histórica incorporada ao texto, para motivar a próxima narrativa (p. 24).
		Desmitificação e humanização da profissão de cientista (p. 24).
		Contexto histórico incorporado no corpo literário do livro (p. 25-26).
		Questões sociocientíficas incorporadas ao texto (início de sessão) para estímulo motivacional (p. 26).
		Atividade dedicada à compreensão do método científico de forma independente (exercício 1, p. 28).
		Texto destacado à obra, enfatizando a participação de pessoas comuns nas atividades que envolvem o exercício científico, com questão em aberto para desenvolvimento do aluno (p.27).
		Atividade destacada do corpo literário do livro, que orienta para a pesquisa um problema CTS (p. 33).
		Atividade destacada do texto didático do livro voltada para a discussão sobre um problema envolvendo uma tecnologia (p.38).
		Texto destacado com a descrição do funcionamento de uma tecnologia (p. 39).
	Texto incorporado ao corpo textual usual do livro, descrevendo um problema médico, estruturando-o com o conteúdo didático (p. 42).	
	3 Descrição dos Movimentos	Texto destacado com enfoque multidisciplinar para realização de atividade (p. 48).
		Texto em destaque voltado para a discussão do impacto social sobre o desenvolvimento de novas tecnologias (p.54).
		Texto destacado com incorporação de tema CTS ao conteúdo didático, com atividade que estimula a discussão de um problema social (p.55).
		Questão que estimula a discussão de um problema social, inserido no contexto didático do capítulo (p.63).
Atividade destacada da literatura usual do livro, motivando a discussão sobre o uso de uma tecnologia socialmente (p.71).		
Texto destacado, detalhando uma tecnologia (p. 74-75)		
Texto jornalístico, destacado da literatura do livro, sobre um problema social, seguido de questão com proposta de argumentação orientada para o contexto didático do capítulo.		

		Fotos de atividades sociais, estimulando motivacionalmente o leitor (p. 87-88).
	4 Força e movimento	Foto de uma tecnologia atual com sua descrição (p.93).
		Contexto histórico incorporado ao texto do capítulo, sistematizando o contexto didático (p. 97).
		Texto jornalístico para estímulo motivacional (p.100).
		Foto de atividades sociais integrada textualmente ao capítulo (p. 104-105).
		Texto destacado para a discussão do uso de uma tecnologia (p. 107).
		Foto de atividades sociais integrada textualmente ao capítulo (p. 108).
		Exercício para análise de uma tecnologia e seu contexto científico para atividades sociais (p. 109-110).
		Fotos de tecnologias e suas descrições inerentes ao contexto didático do capítulo (p.112).
		Foto de tecnologias relativa ao contexto didático do capítulo e suas descrições (p.115).
		Exercício destacado do corpo textual do livro, explorando um comportamento social articulado ao conteúdo didático do capítulo (p.126).
	5 Hidrostática	Incorporação de contexto histórico ao corpo textual do capítulo (p. 133).
		Atividade Investigativa, motivada através de texto introdutório, seguido de atividade crítica (p. 141).
		Descrição de tecnologia, inserida no tema do capítulo (p.146-147).
		Atividade investigativa sobre a tecnologia descrita anteriormente (p. 148).
		Atividade em grupo investigativa, inserida no tema do capítulo (p.152).
		Atividade clássica, precedida de texto jornalístico (p.156, 159,156).

**Fonte: Autora.**

Nos Quadros 5, 6 e 7 apresentamos elementos da obra B que remetem à abordagem C&T, cuja busca dos elementos foi realizada a partir da íntegra dos textos dos três volumes da obra.

**Quadro 5: Elementos de abordagem C&T no volume 1 da obra B.**

UNIDAD E	CAPÍTULO	ABORDAGEM C&T
	1 A ciência chamada física.	O capítulo focaliza a descrição da ciência de acordo com os fenômenos e tecnologias do dia a dia, anexando eventualmente conteúdo CTS ao texto (p. 10-12). Exemplificação de unidades de medida utilizando tecnologia do cotidiano,

1		através de foto e da descrição de um velocímetro e suas aplicações (p. 16).
	2 Mecânica: conceitos básicos de cinemática e movimento uniforme.	Estímulo motivacional para atrair a atenção do leitor para o conteúdo: foto de um satélite e de uma aeronave com a descrição de seu objetivo (p. 24-25). Análise textual de uma reportagem sobre equipamentos tipo <i>Radar</i> e as consequências daquela tecnologia sobre a aplicação do código de trânsito brasileiro. Atividade destacada do capítulo (p. 24-25).
	3 Movimento uniformemente variado.	Foto dos mecanismos de aceleração e frenagem de um automóvel. Trecho de artigo que contextualiza a arte marcial na mecânica clássica. Propõe de interpretação de gráficos.
	4 Lançamento Vertical.	Passagem literária sobre a viagem espacial à superfície da Lua, em 2 de Agosto de 1971. É apresentada uma proposta para a discussão da atividade científica e experimentos (p. 74).
2	7 Movimento Circular.	Fotos de tecnologias inseridas no contexto de movimento circular para atrair a atenção do leitor (p. 99, 100, 103, 107,108). Texto destacado da literatura original, descrevendo modelos de rádios quanto ao tipo de sinal capaz de decodificar (p. 99, 100, 103, 107,108).
	8 Composição dos movimentos.	Literatura destacada, descrevendo o funcionamento de uma esteira ergométrica e aplicando ciência através dela (p. 113).
	9 Lançamentos oblíquo e horizontal	Elemento destacado no texto da obra, contendo texto descritivo sobre a análise de um movimento específico de competições olímpicas através de tecnologias digitais (p 130).
3	10 Princípios da Dinâmica.	Imagens de tecnologias para destaque e contextualização do conteúdo didático daquela seção (p. 133).
		Reprodução fotográfica do funcionamento dos sistemas de segurança de veículos de transporte como exemplificação do conteúdo abordado (p. 139-140).
		Estudo da tecnologia empregada no cotidiano, com exemplificação por meio de esquemas e fotos, incorporados ao capítulo, com proposição de atividades (p. 148).
	11 Aplicações do Princípio da Dinâmica	Fotos de tecnologias para chamar atenção do leitor, estimulando o aluno a se interessar pelo conteúdo (p. 154- 158).
		Atividade para experimentação de uma teoria, através de uma tecnologia, associada a uma proposição de discussão das necessidades de uma tecnologia, com a observação do emprego do método científico para tal análise experimental (p. 154, 156, 157, 158).
		Texto destacado da literatura original, descrevendo atividade social junto a uma tecnologia, também conscientizando o leitor sobre consequências da realização daquela atividade. Tal contextualização é associada ao conteúdo didático dado naquela seção (p. 162).
	12 Atrito	Seção que contextualiza o conteúdo didático em um acontecimento histórico com descrição de tecnologia associada (p. 174).
		Descrição do funcionamento de mecanismo de frenagem de veículos automotivos (p 174).
	13 Força centrípeta.	Descrição do funcionamento de tecnologias que se baseiam no movimento circular (p. 177-178,e 182-183).
14 Trabalho e Potência.	Elementos textuais que descrevem o funcionamento de um aparato. Existe uma proposta de atividade, mas não tem enfoque CTS (p. 188-189, 197 e 201).	
15 Energia mecânica.	Fotos de aparatos com o objetivo de descrever o funcionamento de uma tecnologia (p 202- 204 e 206-207).	
	Texto em destaque, associando o comportamento da montanha russa à dissipação de energia (p. 123).	
	Exercício que apresenta e discute o funcionamento de um sistema de suspensão veicular (p.218, Exercício 10).	
16 Quantidade de movimento e impulso.	Texto em destaque, explicando tipos de interações entre partículas subatômicas, com atividades de fixação (p. 220 - 227).	

	17 Gravitação	Imagens de tecnologias inseridas no contexto da gravitação para estimular a atenção do aluno (p. 245 e 246).
4	18 Estática dos corpos rígidos	Imagens de tecnologias inseridas no contexto da unidade, para estimular a atenção do aluno (p. 241 - 242). Fotos e gravuras de tecnologias relativas à estática dos corpos rígidos (p. 252 - 263).
	19 Estática dos Fluidos.	Fotos e gravuras inseridas no contexto do capítulo para exemplificação e estímulo para atenção do leitor (p. 266 - 278).

**Fonte: Autora.**

**Quadro 6: Elementos de abordagem C&T no volume 2 da obra B.**

UNIDAD E	CAPÍTULO	ABORDAGEM C&T
1	1 Termologia	Imagens inseridas no contexto de termologia para estímulo visual (p. 8-9).
		Texto explicativo destacado, em que é abordado o impacto do ser humano e suas atividades no meio ambiente e suas consequências (p. 11).
		Texto explicativo sobre o funcionamento do forno microondas (p. 17).
	2 Dilatação de sólidos e líquidos	Texto explicativo sobre os componentes e o uso de uma tecnologia, com exercícios que estimulam o seu uso e aplicações convenientes (p. 27).
3 Calorimetria.	Texto em destaque, com informações técnicas sobre uma tecnologia, acompanhadas de outro texto explicativo relativo às unidades de energia (p. 35).	
	Dois textos expositivos sobre, respectivamente, tecnologia e seu funcionamento e fenômeno natural, com menção em seu final às consequências de sua associação com a poluição (p. 36).	
2	4 Mudanças de estado	Texto expositivo em destaque, abordando como é construído um tipo de tecnologia (p. 57).
	5 Estudo dos gases.	Figuras ilustrativas de tecnologias associadas ao tema do capítulo (p. 72-81).
	6 Termodinâmica	Figuras ilustrativas de tecnologias associadas ao tema do capítulo (p. 85-108).
Texto jornalístico sobre o impacto socioambiental das tecnologias, seguido por atividade que estimula a compreensão do tema (p.109).		
3	7 Óptica Geométrica.	Imagem de tecnologia usada na ciência relacionada ao tema (p. 115).
	8 Leis da reflexão e espelhos planos	Texto expositivo em destaque sobre o tema do capítulo, abordando questão relativa ao contexto histórico dos principais estudos e descobertas (p. 142).
	10 Reflexão da Luz	Texto expositivo em destaque detalhando o funcionamento de uma tecnologia inserida no tema do capítulo (p. 167).
	12 Instrumentos ópticos	Um capítulo dedicado à exposição de várias tecnologias inseridas no tema da unidade (p. 201-212).
	13	Um capítulo dedicado ao olho humano, com a apresentação de temas

	Óptica da visão.	relacionados à saúde humana, estruturando o conteúdo didático (p. 220).
	16 Ondas sonoras.	Texto destacado do capítulo, abordando um problema de saúde pública (p. 269).

**Fonte: Autora.**

**Quadro 7: Elementos de abordagem C&T no volume 3 da obra B.**

UNIDADE	CAPÍTULO	ABORDAGEM C&T
1	Eletroestática.	Foto de uma tecnologia e sua descrição, para estimular atenção ao tópico abordado (p.7).
	1 Eletrização.	Fotos de tecnologias que dependem do tema abordado (p. 8 -17).
		Texto apresentando a história da ciência que envolve o tema do capítulo e a dependência da sociedade ao longo dos anos até os dias de hoje (p. 8).
		Texto expositivo sobre ciência juntamente com foto de uma tecnologia inserida no contexto da seção (p. 18).
	2 Força elétrica.	Fotos do funcionamento de uma tecnologia, com descrição de cada um de seus componentes. Rápida menção no texto principal (p. 30).
		Texto destacado sobre uma tecnologia e seu papel na sociedade, com menção a problemas ambientais provocados pelo homem (p. 38).
	3 Campo elétrico	Texto destacado sobre um folclore, associado a um fenômeno natural (p.42).
	4 Potencial elétrico	Texto destacado sobre uma tecnologia. Introdução dedicada ao seu papel na sociedade, seguido do seu detalhamento na composição e funcionamento e, por fim mencionando suas consequências ambientais (p. 51).
		Texto destacado sobre uma tecnologia, sua composição e explicação do fenômeno que provoca (p. 55).
	5 Eletroestática.	Texto destacado sobre uma tecnologia, com introdução sobre seu papel na sociedade e, após isso, detalhamento de seu funcionamento com um texto sistematizado pelo conteúdo científico (p. 60).
6 Condutores em equilíbrio eletrostático	Texto descritivo sobre tecnologia, destacado da literatura original (p. 71).	
	Foto de uma tecnologia, com a sua respectiva descrição (p. 82).	
7 Capacitores	Texto descritivo a um tipo de tecnologia e suas aplicações em outras tecnologias (p.82),	
2	Eletrodinâmica	Fotos de tecnologias contextualizadas ao tema da unidade (p 95).
	8 Corrente elétrica	Fotos de tecnologias inseridas no tema do Capítulo, com breve descrição no texto (p. 96; 98).
		Texto destacado, detalhando o papel do tema do capítulo na sociedade (p 103).
		Texto destacado sobre um comportamento social inserida no contexto do capítulo (p 205).



	9 Resistores elétricos	Fotos de tecnologia inseridas no contexto do capítulo (p. 108 - 111).
		Texto destacado relativo à ciência aplicada em tecnologias (p 113).
		Texto destacado sobre aplicações da ciência em tecnologias (p 116).
	10 Aparelhos de medição elétrica	Unidade dedicada ao detalhamento de tecnologias inseridas no contexto do capítulo, estruturadas com a matéria em questão (p. 132-144).
	11 Geradores e receptores elétricos	Detalhamento de tecnologias inseridas no contexto do capítulo, estruturadas com a matéria em questão (p. 145).
12 Leis de Kirchhoff	Texto destacado sobre um problema social, estruturado com detalhamento de seu funcionamento (p. 171).	
3	Eletromagnetismo	Foto de tecnologia, com descrição das suas aplicações e funcionamento (p. 175).
	13 Campo magnético	Fotos de tecnologias, com as respectivas descrições inseridas no contexto do capítulo (p. 178).
		Texto destacado sobre uma tecnologia inserida no tema do capítulo, e suas aplicações na sociedade (p. 190 e 191).
	14 Força magnética	Fotos com tema inseridas no contexto do capítulo (p.195).
	16 Corrente alternada	Fotos de tecnologias com suas respectivas descrições, inseridas no contexto do capítulo (p. 222-244; 227-228).
		Texto em destaque sobre um determinado comportamento relativo ao tema do capítulo (p. 223).
		Texto destacado sobre o detalhamento do funcionamento de uma tecnologia (p. 227).
		Texto destacando um comportamento social, sistematizado com o contexto do capítulo (p. 228).
	18 Teoria quântica	Foto de uma tecnologia inserida no contexto do capítulo, com a descrição de seu funcionamento (p. 253).
	19 Física Nuclear	Texto introdutório motivando historicamente a inserção de certa tecnologia e suas consequências (p.262).
Texto destacado, descrevendo aplicações da ciência inserida no contexto do capítulo para tecnologias (p. 262).		
Aplicações tecnológicas e suas consequências históricas na sociedade brasileira (p. 237-239).		
Textos e questões sobre consequências do uso da tecnologia inserida no contexto do capítulo, utilizando textos jornalísticos (p. 281, exercícios 10, 11 e 12).		

**Fonte: Autora.**

As duas obras veiculam elementos jornalísticos e sobre tecnologias para contextualizar o conteúdo para o aluno-leitor. Vale ressaltar que também recorrem à contextualização histórica. Sobre esse aspecto, a obra A utiliza em todos os capítulos algum texto jornalístico que contenha o tema de estudo, mas nem sempre

tais textos expõem uma problemática tecnológica ou social atual. Alguns contemplam aspectos históricos e até composições lúdicas que tenham o assunto daquele capítulo.

Quantitativamente, é possível afirmar que as obras A e B contemplam o enfoque CTS, no sentido que ambas as obras veiculam material sobre esse enfoque em todos de seus Capítulos.

**Quadro 7: Síntese da análise das obras A e B.**

CRITÉRIO	OBRA			
	A		B	
	Sim	Não	Sim	Não
1- Contemplou o aumento da diversidade de assuntos, de acordo com a pluralidade e crescimento de descobertas científicas.	X		X	
2- Selecionou temas (assuntos) C&T, visando à apresentação da Física como uma matéria científica, mas que também incorpora a contextualização histórica, tecnológica social, ambiental e crítica.	X		X	
3- Optou pela contextualização consciente e não-arbitrária, a fim de gerar interesse do estudante.	X			X

**Fonte: Autora.**

As duas obras diversificam seus conteúdos com as descobertas científicas. Além disso, se preocupam em separar as seções para as quais há a possibilidade de evolução dos conceitos científicos para algum tipo de atividade fomentadora de questionamentos sobre a realidade cotidiana, como pode ser observado no exemplo do Anexo 7.2, referente ao Capítulo 16, do volume 1 da obra B, e no exemplo do Anexo 7.1, referente ao Capítulo 4 da obra A.

Uma observação mais detalhada dos tópicos, capítulos e unidades de cada obra, nos permite, em termos de estruturação, caracteriza-las como condizentes com o currículo tradicional de Física do Ensino Médio e não com o currículo mínimo do RJ (SEEDUC, 2012)

Como já mencionado, cada unidade dos volumes das obras contempla elementos textuais que remetem a alguma tecnologia e/ou contexto histórico. Todavia, ressaltamos que a inserção desses elementos textuais se limita apenas à apresentação ou descrição de certo evento científico, sem a preocupação com o enriquecimento do aprendizado do aluno.

As duas obras, de modo geral, recorrem aos elementos textuais apenas como um estímulo motivacional para a introdução dos conteúdos clássicos do currículo escolar, sem vinculação com a contextualização da ciência, o que é insuficiente para a abordagem CTS.

Uma das possíveis abordagens críticas que a Obra B deixou de explorar refere-se ao Capítulo 16 de seu primeiro volume. Logo na primeira página do capítulo, no qual é abordada a conservação de energia, são utilizadas imagens referentes à produção de energia. Além disso, é apresentado um texto sobre a produção de energia solar, contudo e apesar de ser um tema propício à abordagem CTS, a exposição das imagens e do texto é acrítica, como pode ser observado no Anexo 7.3. Este fato se repete no volume 2 da mesma obra, no capítulo relativo à Termologia, de modo que apesar da inserção de um texto da literatura que articula uma tecnologia ao conteúdo didático do capítulo, a exposição do assunto não fomenta o desenvolvimento crítico previsto na abordagem CTS.

Nesse sentido, depreendemos da nossa análise que as abordagens descritas no parágrafo anterior, caracterizam-se apenas pelo aspecto motivacional. Dito de outra forma, as abordagens são apenas um gatilho para chamar atenção do aluno sobre o conteúdo puramente científico da Física escolar. De acordo com Aikenhead<sup>9</sup> (1994 apud BERNARDO, 2008), esse tipo de abordagem se classifica como nível 1 – conteúdo literário expositivo tradicional, mencionando algum conteúdo CTS para o fim de estimular o aluno a se interessar pelo conteúdo didático, visando a sua motivação.

Em relação à obra B, notamos que ela é cercada de elementos textuais que dissecam e detalham ciências e tecnologias, como por exemplo, no Capítulo 16 do primeiro volume (FUKE; YAMAMOTO 2016, p. 228-229), no qual há o detalhamento de partículas subatômicas e ondas eletromagnéticas (OEM) e suas interações com a matéria. Nesta seção em destaque à obra, podemos perceber a preocupação dos autores em definir cada etapa de cada influência recíproca entre OEMs e bósons, dando uma rica variedade de informações sobre a ciência da Física Moderna. Tal abordagem traz a ciência para um aparato tecnológico (acelerador de partículas) que ao menos faz parte das palavras chave da atividade proposta pelo livro posteriormente.

<sup>9</sup>AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching? In: *STS Education - International perspectives on reform*. Eds. Solomon, J. & Aikenhead, G., New York: Ed. Teachers College Press, p. 47-59, 1994

Ainda no mesmo volume, outra abordagem que ressaltamos como exemplo é novamente um item reservado do restante do texto da obra (IBID, p. 215), em que há o detalhamento do processo de geração de energia solar, com o oferecimento de dados de magnitudes extremas (utilização de termos chave como "milhões", "1 trilionésimo", "dezenas de quadrilhões") para chamar a atenção do aluno para a tecnologia, não pelo que ela já implica na sociedade, mas pelas grandezas que talvez o público leitor seja indiferente para suas vidas.

Observamos que as duas obras inserem elementos C&T e pouco discutem as necessidades que aquele saber ou artefato moderno podem se comprometer com o estado social.

Quanto aos debates atuais de temas CTS, a Obra A se destaca pela quantidade. Em alguns capítulos desta obra, existem matérias jornalísticas separadas do corpo textual do livro que objetivam a discussão do tema central pelo leitor. Tal discussão é estimulada a partir da leitura da própria matéria jornalística e por uma pergunta apresentada ao final no texto.

Nesta amostra de coleções dos livros didáticos para o próximo triênio, foram analisados dois modelos de obras. O modelo relativo à obra A se destaca pela composição homogênea das discussões no seu corpo literário. Tais discussões, orientadas para crítica da C&T, fomentam o uso dos livros que a compõe, deixando ao leitor uma posição clara e orientando de maneira concisa os projetos de aula dos temas abordados. Tais abordagens têm caráter crítico e direcionado ao movimento CTS.

A discussão nos livros desta coleção é orientada ao leitor por meio de textos diversos. De forma discursiva são oferecidos textos que descrevem uma tecnologia ou uma problemática social ou um fato histórico, seguidos de atividades questionadoras, orientadas, em sua maioria, ao caráter investigativo em seu próprio círculo social. De forma alguma há a intenção de incitação à competição entre os alunos em decorrência de tal investigação, já que as atividades são motivadas apenas com recursos CTS.

Ainda em relação a essa obra, as atividades críticas propostas para realização individual são mais complexas, mas em menor número. A incorporação de elementos CTS no corpo textual da obra é feita de maneira homogênea a cada seção. Não há disruptura no decorrer do texto onde são inseridas. E a ciência que

faz parte do tema é sistematizada para se adequar ao conteúdo, sem prejudicar o plano didático do professor.

Também é notado na obra A o papel das atividades discursivas como integrantes de cada seção em que são inseridas, e também são, na medida do possível, contextualizadas com as discussões CTS. Os exercícios não são repetitivos, oferecendo uma proposta didática diferente da política de atividades reproducionistas e semelhantes às linhas de produção clássicas no ensino de Física.

A nosso ver, este é um dos papéis do livro didático – orientar o professor na estruturação do currículo escolar, oferecendo subsídios para a consolidação das orientações, tanto dos PCN quanto de outros documentos que norteiam a educação brasileira. Nesse sentido, o livro didático que tem esta característica e que pertence a um programa nacional de governo que o distribui gratuitamente, auxilia na oferta de uma educação de qualidade - indicador qualitativo social.

O outro modelo refere-se à obra B. A nossa análise nos permite afirmar que esta obra não cumpre com os critérios CTS mencionados nesta monografia. As inserções relativas ao enfoque CTS são pontuais e as discussões que poderiam efetivamente auxiliar no desenvolvimento da criticidade são evitadas. Além disso, os recursos textuais, imagéticos ou icônicos são destacados do texto, claramente com intenção de estímulo motivacional ao leitor a fim de prendê-lo ao conhecimento que geralmente é reconhecido como científico.

Nessa obra alguns recursos, como já mencionado, exploram o detalhamento de certas tecnologias, entretanto, a forma como são inseridos ao longo do texto dos livros acarretam rompimentos na sequência das seções sem um real sentido para a sua inserção. Esta obra também oferece em todos os capítulos sugestões de atividades experimentais ao aluno relativas aos seus conteúdos, além de exercícios, que são antecidos por exemplos sobre como resolvê-los. Cabe ressaltar que dentre esses exercícios figuram alguns em que há na construção de seus enunciados relação com situações cotidianas, todavia as mesmas têm apenas um papel motivacional.

Pelo exposto, consideramos que a obra B não satisfaz às condições balizadoras que a caracterize como condizente com os pressupostos do enfoque CTS. Infelizmente a introdução esporádica de elementos de CTS orientados ao conteúdo da disciplina não é o suficiente para manter uma obra como literatura

didática munida de questões CTS que contribuam de fato para formação de alunos aptos a intervir socialmente em questões relativas à Ciência e à Tecnologia.

Por conseguinte, os resultados das análises feitas se tornam desafiadores, oferecendo outras perguntas quanto à seleção de obras do PNLD, classificação de cada uma pela necessidade do currículo escolar e pelos planos escolares de ensino, já que a disparidade das características é evidente.

## 5 COMENTÁRIOS FINAIS

A descrição de um aparato tecnológico não é a proposta dos estudos das implicações da C&T na sociedade. Podemos encontrar tais detalhamentos em quaisquer outras fontes de veiculação do conhecimento. O que devemos implicar no aluno é como podemos sair de considerações exclusivas alocadas em um espaço reservado a exclusivas alocadas em um espaço somente reservado àquele recurso tecnológico.

Ao contextualizar amplamente os elementos C&T, combatemos a invisibilidade mundana da tecnologia que alicerça a sociedade atual. Quando abordamos assuntos com o real propósito de problematizar a relação CTS, tornamo-na mais notável, possibilitando a reflexão e a solução de problemas antes indiferentes, insolúveis e inalcançáveis sobre áreas de interesse comum. Tal desmistificação no âmbito escolar contribui para a preparação de sujeitos que fomentarão o surgimento de novas gerações capazes de esclarecer questionamentos e construir outros até então ocultos.

Nesse sentido, reafirmamos que os livros da obra B não contribuem para formação de sujeitos com o perfil esperado pelo movimento CTS, já que não se percebe uma inserção afirmativa e consciente dos elementos CTS com esse propósito. A coerência entre os elementos textuais não estão presente em todos os capítulos. As figuras e fotos inseridas assumem um papel para atrair o leitor à leitura dos textos exclusivos do conteúdo científico, que também não apresentam caráter questionador, característica emblemática no enfoque CTS.

Um dos assuntos mais clássicos em abordagem crítica é sobre o tema ambiental, em decorrência de ter sido neste âmbito a origem do movimento CTS. Todavia, os elementos da obra B que poderiam ser explorados por esse viés, não remetem a questionamentos sobre a realidade do aluno-leitor. Os elementos contidos na obra são apenas informativos, com caráter às vezes técnico, sem propostas para discussão em sala de aula. As figuras também poderiam fazer parte de propostas questionadoras em sala de aula se oferecessem, pelo menos, uma forma de incitar o aluno a trazer para sua realidade uma problemática condizente com o conteúdo objeto de estudo, permitindo, assim, que a crítica fosse explorada. Os textos relativos à C&T estão destacados do corpo textual de cada livro da obra,

sem menção à proposta de discussão que desperte o olhar crítico, tornando, portanto, suas colocações algo descontínuo, podendo ser descartável aos olhos do professor.

O professor que não teve em sua formação a oportunidade de preparo necessário para promover um ensino que privilegie a articulação CTS não saberá como explorar os possíveis elementos apresentados na obra com este fim, e continuará a exercer seu papel de educador, no qual o papel do aluno é agente passivo frente ao seu processo de formação.

Os questionamentos para uma postura mais crítica em assuntos CTS são feitos de forma rica na obra A. Como podemos ver no Quadro 4, apenas nos primeiros capítulos do volume 1, são inúmeras as perguntas em aberto e atividades questionadoras para a sala de aula. As perguntas são direcionadas em sua maioria a grupos de alunos e/ou orientadas para que tais grupos pesquisem em sua comunidade como o tema é tratado. Aqui observamos uma coerência entre a proposta do livro (subtítulo "ciência e tecnologia") e a forma de abordagem do conteúdo oferecido aos professores e alunos.

Como é de se esperar em alguma obra didática que tenha a pretensão de explorar assuntos CTS, a motivação para o início no movimento CTS na década de 1960 é tratar os temas de forma mais profunda, na qual a ciência chega a ser sistematizada pelo foco literário CTS que, segundo Aikenhead (1994), é um dos níveis mais altos de integração entre Ciência e Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Os níveis entre a ciência e a contextualização do tema na sociedade, na qual está sendo abordado o conteúdo didático, é essencial para a compreensão do que está sendo ensinado. Um tema pode ser tratado em sala de acordo com o nível de aprofundamento que o planejamento pedagógico permite, e tal aprofundamento pode ser esquematizado com os conteúdos de ciência e CTS devidamente nivelados, enquanto no ensino tradicional, tal tratamento é ponderado apenas por aspectos da própria ciência e nada mais. Esta estratégia que usa quão contextualizados os conteúdos didáticos de Ciência está com a C&T e a sociedade oferece ao educador melhores oportunidades de atividade em sala de aula, oferecendo outras motivações para o conhecimento daquele conteúdo.

A intervenção do livro didático em temas CTS é importante, levando-se em conta que ratifica a relação íntima da tecnologia e ciência no cotidiano e seus



dilemas, elucida que a C&T é uma construção humana, portanto inconstante e passível de mudanças. E ainda, além de serem protagonistas em muitos dilemas sociais, assuntos baseados em CTS contribuem para críticas pertinentes às estruturas da sociedade. Dispor de forma plástica os textos CTS nos livros didáticos retira a oportunidade do autor - ciente que tais abordagens podem e devem ser feitas em sua obra - desmistificar o conteúdo didático, a ciência pela ciência para seus leitores. Tanto para o aluno que necessita associar o ambiente e a sociedade em que vive ao que está sendo abordado em sala de aula, quanto para o professor que confia no livro didático como condutor de currículo.

Por fim, vale ressaltar que a iniciativa de contemplar o enfoque CTS como um dos critérios eliminatórios para que uma obra seja aprovada para ser inserida no PNLD é um avanço em termos da necessidade de mudanças no ensino de Física, entretanto, a forma como esse enfoque é inserido/abordado nos livros didáticos do Ensino Médio ainda demanda de aprimoramentos, a fim de que a articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade no contexto escolar não fique restrita a ações isoladas de alguns professores.

## 6 OBRAS CITADAS

AULER, Décio. Articulação Entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e do Movimento CTS: Novos Caminhos Para a Educação em Ciências. *Revista Contexto & Educação*, v. 22, n. 77, 2007. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1089/844>>. Acesso em: 07 out. 2017.

BARBOSA, Leila Cristina Aoyama; BAZZO, Walter Antonio O uso de documentários para o debate ciência, tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. *Revista Ensaio*, v.15, n. 3, p. 149-161, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n3/1983-2117-epec-15-03-00149.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

BERNARDO, José Roberto da Rocha; VIANNA, Deise Miranda; SILVA, Victor Hugo Duarte da. Introduzindo questões sociocientíficas na sala de aula: um estudo de caso envolvendo produção de energia elétrica, desenvolvimento e meio ambiente . In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1684-1.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017.

BERNARDO, José Roberto da Rocha. *A construção de estratégias para abordagem do tema energia à luz do enfoque ciência-tecnologia-sociedade (CTS) junto a professores de física do ensino médio*. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, 2008.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional* (Lei N. 9394). 1996.

\_\_\_\_\_. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Bases Legais*. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+*. 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Volume 2*. Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)>. Acesso em: 26 dez. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *PNLD 2018: Física – guia de livros didáticos – ensino médio*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017. Disponível em: <<http://www.fnede.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/escolha-pnld-2018/>>. Acesso em: 18 set. 2017.

CUTCLIFFE, Stephen. Ciência, tecnologia y sociedad: um campo interdisciplinar. In: MEDINA, Manuel; SANMARTÍN, José. (eds.). *Ciencia, tecnología y sociedade:estúdios interdisciplinares en la universidad, em la educación y em la gestión pública*. Barcelona: Anthrophos, 1990.

FNDE. *PNLD 2018. Guia Digital*. 2017. Disponível em: < <http://www.fnde.gov.br/pnld-2018/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

FRIGOTTO, Gaudêncio. Reforma do ensino médio do (des) governo de turno: decreta-se uma escola para os ricos e outra para os pobres. *Movimento – Revista de Educação*, ano 3, n. 5, 2016. Disponível em: <<http://www.revistamovimento.uff.br/index.php/revistamovimento/article/view/326/32>>. Acesso em: 06 out. 2017.

FUKE, Luiz Felipe; YAMAMOTO, Kazuhito. *Física para o ensino médio*. São Paulo: Editora Saraiva Educação. 4 ed, 2016.

GARCIA, Nilson Marcos Dias. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. *Educar em Revista*, n. 44, 2012. Editora UFPR. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/n44/n44a10.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2017.

GERALDI, Corinta Maria Grisolia. A produção do ensino e pesquisa na educação: estudo sobre o trabalho docente no curso de pedagogia. 1993. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas: 1993.

GÜLICH, Roque; SILVA, Lenice Heloísa. O Enredo da Experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.15 n.2, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n2/1983-2117-epec-15-02-00155.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2017.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O Livro didático de Ciências: problema e soluções. *Ciência & Educação*, v. 9. n. 2, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000200001&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000200001&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 20 out. 2017.

MENEZES, Luis Carlos de. Uma física para um novo ensino médio. *Física na Escola*, v. 1, n. 1, 2000. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/index.php/edicoes/category/39-volume-01-n-1-outubro>>. Acesso em: 18 set. 2017.

PERRELLI, Maria Aparecida de Souza; LIMA, Adriana Araújo de; BELMAR, César Cristiano. A escolha e o uso do livro didático pelos professores das áreas de Ciências Naturais e Matemática: as pesquisas que abordam essa temática. *Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB*, n. 35, 2013. Disponível em: <<http://www.serie-estudos.ucdb.br/index.php/serie-estudos/issue/view/6>>. Acesso em: 26 out. 2017,

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; MATOS, Eloiza Aparecida Silva Ávila de; BAZZO, Walter Antonio. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 44, 2007. Disponível em: <<https://rieoei.org/historico/documentos/rie44a08.htm>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

RICARDO, Élio Carlos. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al (Orgs.). *Ensino de Física*. Coleção Ideias em Ação. São Paulo: Editora Cengage Learning. 2010.

RUBBA, Peter. A.; WIESENMYER, Randall. Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education. *Journal of environmental Education*, v. 19, n. 4, 1988.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v.1, n. Especial, 2007. 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: 18 out. 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; CARNEIRO, Maria Helena da Silva. Livro Didático de Ciências: Fonte de Informação ou Apostila de Exercícios?. *Contexto e Educação*, ano 21, n. 76, 2006. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/viewFile/1103/858>>. Acesso em: 24 out. 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. 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, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2017.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>>. Acesso em: 06 out. 2017.

SCHIRMER, Saul Benhur; SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt. Livros didáticos em publicações na área de ensino: contribuições para análise e escolha. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n.1, 2017. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/234/pdf>>. Acesso em: 26 out. 2017.

SILVEIRA, Fernando Lang da. Comentários críticos sobre cinco questões de Física na prova de Ciências da Natureza – Enem 2013. 2013. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/enem2013.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2017.

SILVEIRA, Fernando Lang da; BARBOSA; Marcia Cristina Bernardes; SILVA, Roberto da. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): uma análise crítica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 1, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172015000101101](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000101101)>. Acesso em: 29 set. 2017.

STRIEDER, Roseline Beatriz. *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. Tese (doutorado), USP, 2012. Disponível em <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline\\_Beatriz\\_Strieder.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline_Beatriz_Strieder.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2017.

STRIEDER, Roseline Beatriz et al. A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? *Actio: Docência em Ciências*, v. 1, n.1, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4795>>. Acesso em: 18 out. 2017.

TORRES; Carlos Magno A. et al. *Física – ciência e tecnologia*. São Paulo: Editora Moderna, 4 ed, 2016.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. *Construção do conhecimento em sala de aula*. São Paulo: Libertad, 1993.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/08.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2017.

WAKS, Leonard. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, Manuel; SANMARTÍN, José (Orgs.). *Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona: Anthropos, 1990, p. 42-75.

ZOLLER, Uri; WATSON, Fletcher G.. Technology education for nonscience students in the secondary school. *Science Education*, v. 58, n. 1, 1974, p.105-116.

## 7 ANEXOS

### 7.1 EXEMPLO DE EVOLUÇÃO DOS OS CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ALGUM TIPO DE ATIVIDADE DA OBRA A

**Aplicação tecnológica** Ver comentário no Suplemento para o professor.

#### Sistema de freios convencionais × sistema de freios ABS (Anti-lock Braking System)

Uma aplicação tecnológica bastante importante do atrito diz respeito à diferença entre o atrito estático e o atrito dinâmico de deslizamento. Como constatamos no gráfico da figura 4.15, a força de atrito estático, quando na iminência de movimento, é maior que a força de atrito dinâmico.

Em um veículo com sistema de freios convencionais, durante uma freada, geralmente as rodas do automóvel travam e se arrastam pela superfície de apoio; desse modo, existe um movimento relativo entre o pneu e o chão. A força de atrito de deslizamento dinâmico entre o pneu e o chão é a força responsável pela desaceleração que o carro sofre durante essa freada.

O sistema de freios ABS foi projetado pelo aviador francês Gabriel Voisin (1880-1973) para permitir que os pilotos tivessem um controle maior sobre o avião durante o pouso. Um sistema inteiramente mecânico foi instalado em aviões ainda na década de 1920. Até os anos 1960, o uso dos freios ABS era limitado a motocicletas e carros de corrida. No Brasil, desde 1º de janeiro de 2014, por uma resolução do Conselho Nacional de Trânsito (Contran), todos os veículos já saem da fábrica equipados com freios ABS.

Esse sistema é dotado de mecanismos que impedem o travamento das rodas durante a freada. Enquanto o motorista está pisando no freio, as rodas continuam a girar de modo controlado, sem deslizar.

Para isso, atualmente, cada roda é equipada com um sensor que detecta se ela está repentinamente desacelerando. Uma válvula localizada na tubulação de freio de cada roda controla a pressão do cilindro-mestre, cuja função é abastecer o sistema de freios com fluido de freio vindo do reservatório e gerar uma pressão hidráulica. Uma bomba, ligada ao sistema, libera o fluido de freio de acordo com a informação transmitida pela válvula. Todo o sistema é monitorado por uma unidade controladora, um computador, que recebe as informações dos sensores das rodas e das válvulas.

Os pontos do pneu em contato com o chão têm velocidade nula em relação a ele. Desse modo, a roda não trava e o pneu não se arrasta pelo chão; a roda rola sem deslizar. Nessa situação, a força de atrito entre o pneu e o chão é a força de atrito estático, maior que a força de atrito de deslizamento dinâmico. Portanto, com uma força de atrito maior, a desaceleração do carro também é maior e o carro para percorrendo uma distância menor, depois de acionados os freios.

**Questão** Registre a resposta em seu caderno.

Por que, durante uma parada brusca, conseguimos fazer curvas ao frear um carro com freios ABS, enquanto podemos apenas seguir em linha reta ao frear um carro com freios convencionais?

Fonte: TORRES et al (2016, p. 107).

## 7.2 EXEMPLO DE EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ALGUM TIPO DE ATIVIDADE DA OBRA B

### OUTRAS PALAVRAS



### Energia, quantidade de movimento e interações entre partículas

Você já deve ter visto, em seu curso de Química, que o átomo pode ser decomposto em prótons, elétrons e nêutrons. Mas há muito mais partículas, menores e mais rápidas, cujo comportamento e até cuja existência podem ser demonstrados pelo balanço de energia e pela quantidade de movimento. Há, inclusive, partículas de caráter dual, ou seja, que podem ser compreendidas como matéria e também como energia.

Quando se fala em Física Moderna, a expressão “força” é substituída pela expressão “interação”. Hoje sabemos que existem quatro interações fundamentais, cada qual arbitrada ou mediada por uma partícula:

- interação eletromagnética, mediada pelos fótons;

- interação fraca, mediada por partículas chamadas  $W$  e  $Z$ ;
- interação forte, mediada pelos glúons;
- interação gravitacional, mediada pelo gráviton.

Todas essas partículas mediadoras de interações já foram observadas experimentalmente, com exceção do gráviton. E de que maneira se observam essas pequeníssimas partículas? Criando e aniquilando matéria, nos aceleradores de partículas, e comparando energias e quantidades de movimento antes e depois do processo.

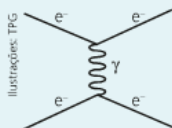
O texto sobre os fótons que você vai ler a seguir é dos professores Gil da Costa Marques e Nobuko Ueta, do Instituto de Física da USP.

Os fótons colidem e interagem de uma maneira análoga às demais partículas. É isso que, afinal, justifica a classificação dos fótons como partículas.

Apesar de sofrerem forças do tipo previsto pelo eletromagnetismo clássico, os fótons participam da interação eletromagnética (sendo os mediadores dessa interação). Na realidade, a interação eletromagnética ocorre como resultado da troca de fótons. Eis aí o que aprendemos nos últimos anos sobre as interações eletromagnéticas.

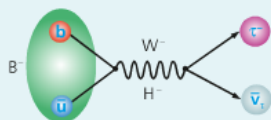
Imagine uma interação eletromagnética qualquer, como, por exemplo, o afastamento de partículas portando cargas de sinais opostos. Ela ocorre, a interação entre as duas cargas, mediante a troca de fótons.

A interação eletromagnética se dá, basicamente, em duas etapas. Consideremos a interação entre dois elétrons. Na primeira etapa uma partícula (um dos elétrons), portanto uma carga negativa, produz um fóton (começou o processo de interação). Ao produzir esse fóton a partícula muda de direção (uma vez que o fóton carrega uma parte da quantidade de movimento do elétron). Na segunda etapa, o outro elétron absorve esse fóton; com o impacto ele também muda de direção. O resultado é aproximadamente representado pela figura ao lado.



Ilustrações: TPG

Hoje em dia imaginamos todas as interações fundamentais como resultantes da troca de partículas elementares. Isso faz com que haja sempre um agente (no caso do eletromagnetismo, o fóton) mediador da interação. Os agentes mediadores são sempre partículas elementares. Assim, as partículas que interagem entre si nunca se tocam. A ação se dá a distância. Às partículas que fazem essa intermediação damos o nome de bósons intermediários. A partícula conhecida como  $W$  é uma delas:

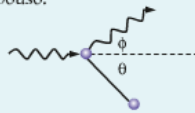


## Organizando as ideias do texto

1. Fótons são partículas elementares? Fótons são bósons intermediários?
2. Prótons são partículas elementares?
3. a) Considere a ilustração do efeito Compton que foi dada. Certifique-se de que compreendeu a ilustração, e agora represente em seu caderno a interação entre o fóton e o elétron com os vetores quantidade de movimento.  
b) Atribua ao fóton incidente um vetor quantidade de movimento horizontal com 3 cm de comprimento, e ao mesmo fóton desviado após a colisão, um vetor com 2 cm de comprimento, a  $30^\circ$  da direção inicial. Com essas informações, como se obtém o vetor quantidade de movimento do elétron após a colisão?

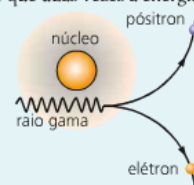
Professor, veja Orientações Didáticas.

A colisão entre um fóton e outras partículas ocorre com muita frequência no nosso mundo físico. Para essas colisões valem as mesmas regras das colisões usuais, no sentido da conservação da energia e da quantidade de movimento. Um dos efeitos mais notáveis é o efeito Compton. Nesse efeito o resultado que se observa é a colisão de um fóton com um elétron em repouso:



Dependendo da energia do fóton e do sistema com o qual ele colide, podemos ter um número muito grande de possibilidades. Uma possibilidade é o fóton (ou os fótons) ser(em) absorvido(s) no processo de colisão. Nesse caso, sua energia e quantidade de movimento são integralmente transferidas para a outra partícula. Eventualmente, essa partícula pode emitir (posteriormente) outro fóton. Esse posteriormente significa um intervalo de tempo muito curto. Nesse caso dizemos que houve uma colisão elástica. No efeito Compton, já mencionado, a colisão é elástica.

Se o fóton tiver uma energia muito alta, outra série de coisas pode acontecer. Por exemplo, se o fóton tiver uma energia maior do que duas vezes a energia de repouso do elétron, o fóton pode desaparecer e produzir duas partículas (o elétron e a sua antipartícula, o pósitron). A esse processo damos o nome de produção de pares.



Se sua energia for extremamente alta, ele pode arrebentar um próton em vários pedaços, produzindo uma gama muito grande de partículas.

O método de quebrar o próton em pedaços se transformou nos últimos anos no melhor método de investigação da estrutura da matéria. A ideia é a seguinte: aceleramos prótons a energias muito altas (produzimos um feixe de prótons) e fazemos essas partículas colidirem com outros prótons. O ideal é termos outro feixe vindo na "contramão" (isto é, na direção oposta).

Interações e colisões de fótons. Disponível em: <<http://efisica.if.usp.br/optica/basico/fotons/interacoes/>>.  
Acesso em: 2 out. 2015.



## 7.3 ABORDAGEM ACRÍTICA DO TEMA ENERGIA NA OBRA B

### A FÍSICA NO COTIDIANO

#### Energia solar

A energia que absorvemos dos alimentos tem origem no Sol — uma estrela com cerca de 5 bilhões de anos. Embora esteja a 150 milhões de quilômetros de distância, o astro-rei continua sendo a principal fonte energética de nosso planeta. Essa energia, que chega à Terra na forma de ondas eletromagnéticas, surge devido aos processos de fusão nuclear que ocorrem no interior do Sol. Basicamente, o processo envolve quatro núcleos de átomos de hidrogênio que se transformam em um núcleo de hélio.

OLIVEIRA, Adilson de. A energia em nossas vidas. Revista *Ciência Hoje*. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/a-energia-em-nossas-vidas>>. Acesso em: 1º out. 2015.

A oferta de energia é enorme: chega à ordem de grandeza de  $10^{27}$  J em cada segundo. Se essa quantidade toda fosse transformada em energia elétrica, seria o suficiente para atender uma residência por dezenas de quatrilhões de anos! Mas só conseguimos captar uma ínfima parcela dessa energia. Desse total:

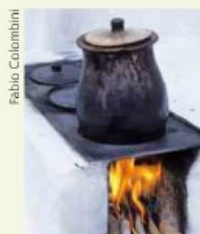
- somente 1 trilionésimo ( $10^{-12}$ ) é usado por vegetais na fotossíntese;
- é necessário 1 bilionésimo ( $10^{-9}$ ) dessa energia para evaporar as águas da hidrosfera, aquecer o solo e produzir movimentos do ar na atmosfera.

O processo de fusão nuclear do Sol gera um saldo energético que surge da transformação da matéria em energia, como postula a mais famosa equação da física, proposta por Albert Einstein (1879-1955):  $E = mc^2$ , na qual  $E$  é a energia,  $m$  a massa e  $c$  a velocidade da luz.

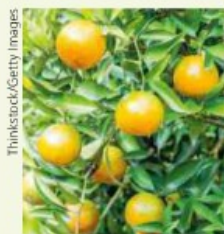


Thinkstock/Getty Images

Em um dia claro, a potência incidente do Sol é de 750 W em cada metro quadrado. Em países de grande extensão e baixas latitudes como o Brasil, essa energia é facilmente aproveitada...



Fabio Colombini



Thinkstock/Getty Images



Deilim Martine/Pulsar Imagens

Combustível, alimentação, matérias-primas: há um interesse crescente nos produtos da biomassa.



Stockxpert/Image Plus

... em coletores solares e placas fotovoltaicas, que são instalados em telhados ou em áreas rurais.

Fonte: KAZUHITO et al (2016, p. 215).