



# O ENSINO DA RADIOATIVIDADE NOS LIVROS DE FÍSICA DO PNLD E O ENFOQUE CTS

## TEACHING RADIOACTIVITY IN PNLEM PHYSICS BOOKS AND THE STS APPROACH

Jucelino Cortez [jucelino@upf.br]

Rafaela P. de Oliveira [166806@upf.br]

Universidade de Passo Fundo

### RESUMO

O livro didático é considerado a principal ferramenta na ação docente. Ao mesmo tempo, a valorização das vocações do enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) no ensino de Ciências da Natureza, junto aos livros, contribui para a formação integral, ética e cidadã dos educandos. Nesse sentido, este artigo apresenta o desenvolvimento e os resultados de uma pesquisa com abordagem qualitativa e procedimentos bibliográficos junto aos livros didáticos de Física integrantes do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2018. O objetivo deste trabalho reside na intenção de emergir relações entre as vocações do enfoque CTS e o ensino de radioatividade presente nestes livros, a fim de possibilitar, a professores e gestores da educação básica, subsídios para análise e escolha dos livros didáticos. Por meio desta análise desvelamos, após sua realização, algumas vocações da abordagem CTS como a valorização do contexto histórico, a problematização e o uso de questões socioambientais junto ao ensino da radioatividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abordagem CTS, Ensino de Física, Livro Didático, Radioatividade.

### ABSTRACT

*The textbook is considered the main tool in teaching action. At the same time, the valorization of the tendencies of the Science - Technology - Society (STS) approach in the teaching of Natural Sciences, alongside with books, contributes to the integral, ethical and citizen education of students. In this sense, this article presents the development and results of a research with a qualitative approach and bibliographic procedures together with the Physics textbooks that are part of the 2018 National High School Textbook Program (PNLEM). The objective of this work lies in the intention to emerge relations between the tendencies of the STS approach and the teaching of radioactivity present in these books, in order to provide teachers and managers of basic education with subsidies for analysis and selection of textbooks. Through this analysis, we unveiled some tendencies of the STS approach, such as the appreciation of the historical context, the problematization and the use of socio-environmental issues in the teaching of radioactivity.*

**KEYWORDS:** STS Approach, Physics Teaching, Textbook, Radioactivity.

### INTRODUÇÃO

Se mensurarmos a qualidade da educação básica no Brasil por meio de índices oficiais do governo, facilmente iremos identificar, segundo os estudos de Piunti e Oliveira (2012), que existem motivos para uma busca urgente por alternativas que proporcionem melhorias nos

processos de ensino. Para estes autores, este problema se agrava no Ensino Médio, quando o educando deveria estar sendo preparado para o mundo do trabalho e sua inserção na sociedade.

Voltando nosso olhar para a disciplina de Física, percebemos um caminhar em sentido oposto à busca por tais melhorias quando nos deparamos com uma realidade de redução na quantidade de períodos desta disciplina, acarretando em uma sequência de aulas com caráter memorístico e superficial, frente a uma gama de fenômenos que deveriam ser abordados por estarem presentes no cotidiano dos educandos (PIRES; VIET, 2006).

De acordo com Lobato e Greca (2005), os conteúdos propostos e as abordagens utilizadas para gerar a necessária aprendizagem não acompanham a evolução científica e tecnológica que as sociedades modernas vivenciam. Corroborando com esta visão, Osterman e Moreira (2000) apontam para a necessidade de inclusão de conteúdos relacionados à Física Moderna, possibilitando, assim, a aproximação dos fenômenos abordados em sala de aula com temas que despertam a curiosidade e o interesse dos alunos. Dentre os assuntos tratados pela Física Moderna, a radioatividade desponta como um dos que mais desperta interesse dos estudantes e, mesmo assim, este tema acaba sendo ignorado ou pouco trabalhado por professores que, em muitos casos, não possuem o preparo necessário para dar ênfase a este ensino (EICHLER; CALVETE, 1997).

Neste cenário, o livro didático caracteriza-se como a principal ferramenta de suporte aos professores da educação básica, tanto na sequência de conteúdos, quanto nos procedimentos metodológicos de ensino utilizados em sala de aula. Ciente desta importância, desde 1985 o governo federal trabalha na ampliação do Programa Nacional do Livro Didático, fazendo com que em 2009, alunos e professores das escolas públicas passem a ter em mãos esta ferramenta também na disciplina de Física (GARCIA, 2012).

Paralelo a este contexto, diversos pesquisadores, como Auler (2007), Cachapuz, Praia e Jorge (2004) e Santos e Mortimer (2002), defendem um caminho para alcançarmos um ensino de Ciências da Natureza mais interessante ao educando, menos fragmentado e desconectado do cotidiano e menos memorístico por meio do uso da abordagem Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS). Para Santos e Mortimer, esta possibilidade pode ser identificada pelo seu principal objetivo:

O objetivo central da educação de CTS no Ensino Médio é desenvolver a alfabetização 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 (Santos; Mortimer, 2002, p. 4).

No documento elaborado pelo Ministério da Educação em 2017, intitulado Guia de Livros Didáticos Ensino Médio 2018 (BRASIL, 2017), encontramos indicações para aspectos pedagógicos que estão relacionados com as vocações do enfoque CTS. Segundo este documento, entre outros critérios, é observado se a obra didática:

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 (BRASIL, 2017, p.19).

Assim, diante deste panorama, surge a questão que motiva esta pesquisa: Como os livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) vigente abordam o tema radioatividade e quais as concomitâncias desta abordagem com o enfoque CTS?

Objetivamos, com este trabalho, além de desvelar como esta relação acontece, oferecer a professores e gestores da educação básica subsídios que sirvam de suporte para análises e

discussões sobre a escolha de livros didáticos que venham a corroborar com práticas pedagógicas que valorizem a formação plena do educando.

A metodologia empregada nesta pesquisa consiste em uma análise qualitativa e bibliográfica (Gerhardt e Silveira, 2009) junto aos livros didáticos que compõe o PNLEM vigente, utilizando como método de tratamento dos dados a Análise Textual Discursiva, conforme os estudos de Moraes (2003) e Moraes e Galiuzzi (2006). Neste procedimento, procuramos identificar características nos textos dos livros que nos remetam para categorias escolhidas a priori, conforme os estudos de Cortez e Del Pino (2017). Estas categorias nos ajudam na interpretação das vocações do enfoque CTS no ensino de Ciências.

Este artigo está organizado, na sequência, com um resgate do referencial teórico que norteia este trabalho, seguindo com uma breve alusão à metodologia empregada. Após, apresentamos a análise dos livros, encerrando com as considerações finais.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O movimento CTS surgiu por volta de 1970 com um perfil de oposição às concepções positivistas que se ampliaram a partir da segunda metade do século XX, afirmando que o uso da ciência e da tecnologia estava diretamente relacionado com a qualidade de vida das pessoas (MIRANDA, 2013). Esta concepção, segundo Cerezo (1998), ainda está presente em vários campos acadêmicos e nas mídias de massa, externando o chamado Princípio da Linearidade, defendendo que, quanto mais Ciência, mais tecnologia; e quanto mais tecnologia, mais riqueza e bem-estar social.

Diante deste panorama surge o movimento em duas frentes distintas, questionando a neutralidade da ciência, o desenvolvimento de tecnologias com fins bélicos, os desastres ambientais e o distanciamento das pesquisas científicas com as reais necessidades da sociedade (CEREZO, 1998). Uma das frentes nasceu na América do Norte, caracterizada pela veia ativista e crítica frente aos avanços científicos. A outra surge com berço na Universidade de Edimburgo, na Europa, em um contexto mais acadêmico, tratando a ciência como um processo social relacionado a fatores não epistêmicos à sua origem, como condições ideológicas e econômicas (MIRANDA, 2013).

Na América Latina, o movimento CTS também esteve presente, tendo início no final dos anos 60 sendo denominado como Pensamento Latino Americano em Ciência – Tecnologia – Sociedade (PLACTS), com ações voltadas para a análise da relação entre as necessidades regionais e o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico (DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 2003).

Segundo Strieder (2012), todas estas diferentes origens, caracterizadas por distintos perfis, atualmente convergem em três campos distintos de ação: na pesquisa acadêmica, nas políticas públicas e na educação. Este último campo, segundo John Ziman (1980), origina o enfoque CTS, tendo como bandeira a valorização do contexto histórico, social e político junto ao ensino de Ciências e a oposição à concepção positivista de abordar a ciência e a tecnologia no ensino, visando, com isso, proporcionar ao educando uma formação crítica, ética e cidadã.

Os primeiros trabalhos envolvendo a relação entre ciência – tecnologia - sociedade surgiram no meio universitário e, em seguida, chegaram à educação básica. Conforme os estudos de Garcia, Cerezo e López (1996), os currículos que valorizam a abordagem CTS trazem esta ênfase de três formas distintas. A primeira traz a relação CTS junto aos conteúdos, sem alterar o ensino tradicional e a disposição das ementas; a segunda forma trata os conteúdos de maneira subordinada aos temas que são propostos, a fim de abordar a relação CTS; enquanto a terceira forma promove a realização de programas totalmente voltados para o ensino de Ciências por meio do enfoque CTS.

Estas três formas de promover o ensino valorizam o enfoque CTS de maneira progressiva, sendo que, para o teórico Ziman (1994), é possível mencionar algumas proposições junto às práticas educacionais que caracterizam o enfoque CTS: a) a análise do conhecimento científico relacionando-o com os possíveis impactos na sociedade; b) a valorização do enfoque vocacional; c) o uso da interdisciplinaridade; d) a valorização do contexto histórico e social das descobertas científicas; e) as questões sociológicas dos avanços científicos; f) o enfoque filosófico atrelado às teorias científicas; e g) o uso da problematização de temas que ajudam a aproximar os conteúdos do cotidiano dos educandos.

Para Aikenhead (1994), o enfoque CTS no ensino de Ciências pode ser caracterizado por diversas ações nas práticas pedagógicas: a) o uso da contextualização junto aos conteúdos propostos, inserindo-os em situações reais de forma não fragmentada, facilitando o entendimento e a valorização do conhecimento; b) discussões junto aos educandos procurando desenvolver nestes a capacidade de tomada de decisões frente às questões que envolvem os avanços científicos e tecnológicos e seus possíveis impactos na sociedade; c) a valorização de currículos que sejam voltados para os alunos e para suas realidades e: d) atividades que despertem a criticidade, a ética e o exercício da cidadania nos educandos.

As atividades pedagógicas que corroboram com estas proposições poderiam ser desenvolvidas, segundo Santos e Mortimer (2002), por meio de palestras, fóruns, debates, experimentação em laboratórios, visitas a campo e estudos de caso. Corroborando com esta visão, Teixeira (2003) afirma que tais atividades devem ultrapassar os limites da sala de aula, valorizando o protagonismo dos educandos e abandonando, assim, o tradicional método educacional de repasse de conteúdos.

Diante deste resgate e voltando nosso olhar para o ensino da Física, no qual, segundo Moreira (2011, p. 6), "os alunos veem a Física como um amontoado de fórmulas que memorizam mecanicamente", acreditamos que o enfoque CTS possibilita condições de tornarmos esta disciplina mais atrativa e menos fragmentada e memorística.

## REFERENCIAL METODOLÓGICO

As pesquisas em educação, segundo André (2006), começaram a se intensificar no Brasil em 1938, com a criação do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), mas somente nos anos oitenta é que os estudos qualitativos começam a ganhar peso com um conjunto diversificado de métodos, técnicas e análises. Para este estudo, utilizamos uma abordagem qualitativa, considerando a atenção aos significados, aos motivos e aspirações dos fatos, sem a necessidade de quantificá-los (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A pesquisa teve como procedimentos a análise bibliográfica e o estudo de caso por se tratar de uma pesquisa com um corpo de sujeitos pertencentes a uma região específica, de modo que procuramos, sem pretensões de intervenção, entender aspectos e características que consideramos pertinentes com uma perspectiva global (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Para compor este corpo de sujeitos que constituiu o corpus da pesquisa, foram selecionados os livros didáticos de Física do terceiro ano do Ensino Médio que integram o PNLEM vigente (BRASIL, 2017), utilizados nas escolas públicas de Ensino Médio da cidade de Passo Fundo, no norte do Rio Grande do Sul.

O PNLEM de 2018 possui 12 coleções da disciplina de Física, sendo que, neste estudo, o corpus da pesquisa foi composto somente pelas nove coleções adotadas junto às escolas mencionadas. Estas coleções foram selecionadas e nomeadas neste artigo conforme a Tabela 1:

Tabela 1

L1	GUIMARÃES, PIQUEIRA, CARRON, 2017.
L2	GASPAR, 2017.
L3	MÁXIMO, ALVARENGA, GUIMARÃES, 2017.
L4	VÁLIO, 2017.
L5	YAMAMOTO, FUKE, 2017.
L6	XAVIER, BARRETO, 2017.
L7	BONJORNO, 2017.
L8	PIETROCOLA, 2017.
L9	TORRES, 2017.

Fonte: Os autores (2019)

Os dados obtidos junto a estas obras serão tratados pelo procedimento de Análise Textual Discursiva (ATD), norteados pelos estudos de Moraes (2003) e Moraes e Galiazzi (2006). Para estes:

A utilização da análise textual discursiva tem mostrado tratar-se de uma ferramenta aberta, exigindo dos usuários aprender a conviver com uma abordagem que exige constantemente a (re)construção de caminhos (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 120).

Conforme estes pesquisadores, a ATD consiste em um processo de construção de um novo texto mediante três etapas distintas: a unitarização, fase em que os textos originais são fragmentados na intenção de obter as unidades constituintes do documento; na sequência, como segunda etapa, as unidades componentes dos textos originais são reagrupadas, conforme suas especificidades e suas relações com as categorias que podem ser escolhidas a priori ou podem ser desveladas durante o estudo; e, na última etapa, após a desconstrução realizada anteriormente, busca-se a construção do chamado metatexto. Este novo texto procura descrever a interpretação do autor de modo a externar os resultados das análises agrupando características do texto original, conforme as categorias elencadas.

Neste estudo optamos por considerar as categorias escolhidas a priori, segundo Cortez e Del Pino (2017). Estas categorias procuram agrupar as diferentes vocações do enfoque CTS junto ao ensino de Ciências, facilitando, assim, a relação entre as abordagens utilizadas nos livros didáticos e as características do referido enfoque. São elas: (a) a problematização e a contextualização; (b) a interdisciplinaridade e os enfoques histórico, filosófico e sociológico; (c) a inclusão de temas sociais e questões sociocientíficas; e (d) a formação cidadã do educando e a valorização da discussão acerca do papel da ciência e da tecnologia.

Cada uma destas categorias elencadas consegue agrupar em si diversas proposições do enfoque CTS, convergindo, de certa forma, por estarem próximas junto às práticas docentes.

Por outro lado, é importante destacar que procuramos identificar nos livros a presença destas vocações, mesmo sabendo que o uso isolado de uma ou mais destas não remete necessariamente ao uso do enfoque CTS. Acreditamos, conforme nosso referencial teórico, que ao desvelarmos estas características estamos emergindo possibilidades do uso do enfoque CTS por parte do professor, utilizando o livro como uma ferramenta para suas práticas pedagógicas.

## ANÁLISE DOS LIVROS

### Quanto à problematização e a contextualização

Existem diversas definições para a concepção de contextualização no ensino de Ciências (CORTEZ; DARROZ, 2017). Não está no escopo desta pesquisa resgatar estas concepções, mas, de qualquer forma, faz-se necessário direcionarmos o olhar para a importância da contextualização como uma forma de propor relação entre os conteúdos trabalhados na sala de aula e as vivências de cada educando. Nesta pesquisa, considerando a confluência com o enfoque CTS, valorizamos a concepção socioambiental, por vincular a ideia de:

[...] abordar e relacionar o conhecimento científico com eventos do entorno do educando, avaliando e considerando as implicações da ciência na sociedade e as influências que a sociedade pode e deve exercer na evolução do conhecimento (CORTEZ; DARROZ, 2017, p. 185).

A problematização no ensino de Ciências, por sua vez, implica em uma abordagem didática que, segundo Delizoicov (2001), ao resgatar as concepções freirianas, propõe aos educandos situações relacionadas às questões locais, resgatando concepções prévias, permitindo que o conhecimento contribua para a conscientização e, conseqüentemente, a possibilidade de intervenção desses junto à sociedade.

Considerando o uso da contextualização e da problematização conforme nossos referenciais, como parte das proposições do enfoque CTS, percebemos que existem inúmeros exemplos do uso destas características junto às abordagens didáticas propostas nas obras, sendo que todas valorizam estes aspectos em diferentes níveis de complexidade e de quantidade.

Numa busca mais detalhada, se observa que, em todos os livros analisados, a radioatividade é contextualizada por meio de texto e gravuras aludindo às usinas nucleares, aos acidentes radioativos (L5, L6 e L7) e ao uso das bombas atômicas. Além destes contextos, é comum também nas obras a aplicação da radioatividade na medicina (L1, L3, L4 e L7), valorizando as tecnologias utilizadas no diagnóstico e no tratamento de doenças graves. Ainda como forma de contextualização, mas de uma forma superficial, nas obras L1, L3, L4 e L5, são apresentados exemplos do uso da radioatividade em práticas relacionadas com a agricultura e com a indústria, proporcionando, assim, uma relação mais próxima das pessoas com este tipo de energia, contrapondo a ideia de que radioatividade só se usa em usinas nucleares e nas bombas atômicas.

Também nesta categoria, merece destaque a forte valorização do uso benéfico da radioatividade na obra L4, como forma de contextualização, relacionando o tema com a geração de energia e com o tratamento de sementes. No livro L8, os autores contextualizam a radioatividade com o modelo atômico de Böhr, possibilitando ao estudante o entendimento da origem do fenômeno radioativo, diferenciando-o, assim, de outros fenômenos atômicos.

Nesta gama de abordagens de diferentes temas voltados para o uso da radioatividade e suas aplicações ainda deve-se mencionar, como fator positivo, a exemplificação de situações cotidianas que apresentam a radioatividade como algo comum, presente no dia a dia de todos, como nos elementos que compõem a água mineral e nos componentes da atmosfera (L1), na datação de fósseis devido à quantidade do elemento Carbono 14 (L1, L3, L4 e L5) e nas questões envolvendo eventos desta década, como o ocorrido em Fukushima em 2011.

Porém, talvez pela tentativa de abordar a radioatividade como um tema comum ao cotidiano de todos, algumas obras apresentam outros tipos de radiação e os riscos de seu uso indevido de uma forma muito próxima com a radioatividade, possibilitando ao educando uma concepção distorcida entre o que é radioatividade e o que são radiações ionizantes, por exemplo.

Conforme as orientações oficiais:

Especificamente no ensino de Física, a contextualização é entendida como o instrumento que permite conectar o conteúdo específico a ser ensinado às experiências do cotidiano ou aos conhecimentos já obtidos pelos estudantes, pleiteando-se assim uma aprendizagem significativa, entendida como a interação eficiente entre conhecimentos novos e conhecimentos já dominados pelo estudante, compondo uma estrutura cognitiva mais desenvolvida e mais abstrata (BRASIL, 2017 p. 10).

Assim, conforme o exposto, podemos afirmar que, mesmo em diferentes intensidades, todas as obras atendem a este viés, possibilitando aos educandos o entendimento do uso e das aplicações da radioatividade.

### **Quanto à interdisciplinaridade e os enfoques históricos, filosóficos e sociológicos**

Nas proposições do enfoque CTS segundo nossos referenciais, a interdisciplinaridade e o uso dos contextos históricos, filosóficos e sociológicos são considerados como importantes aportes ao ensino, por considerar que, desta forma, estamos possibilitando a junção de diferentes áreas do saber, transpondo, assim, a fragmentação de conteúdos por meio do diálogo entre as disciplinas (ZIMAN, 1994).

Nas orientações do PNLEM também se destaca a abordagem interdisciplinar e o uso de contextos históricos, afirmando que um ensino de Física qualificado:

Apresenta abordagens integradas dos conteúdos tratados com propostas de atividades interdisciplinares que considerem a importância da interação entre os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza e de outras áreas (BRASIL, 2017, p.19).

E:

Desenvolve os conteúdos e as atividades de forma contextualizada, considerando tanto a dimensão social e histórica da produção de conhecimento quanto a dimensão vivencial dos estudantes no que se refere à preparação para a vida e para o mundo do trabalho (BRASIL, 2017, p. 19).

Recorrendo aos livros analisados, identificamos que, mesmo em diferentes níveis, todas as obras fazem uso da interdisciplinaridade e do contexto histórico. A maioria destes livros apresenta como questão interdisciplinar o uso da radioatividade na medicina, na agricultura e, em alguns casos, como nos L1, L3 e L4, aprofundando para implicações somáticas e estudos sobre o metabolismo celular em humanos e em plantas. Ainda no L4, os autores apresentam uma importante diferenciação entre alimento irradiado e alimento contaminado, classificando ainda os efeitos da radiação no corpo humano e reforçando, assim, a relação entre a Física e a Biologia.

Também se identificam, em quase todas as obras, alusões às descobertas de Becquerel e do casal Curie. Na maioria destes, as descobertas científicas são apresentadas sem relações com concepções filosóficas ou sociológicas, omitindo dificuldades, erros e acertos relacionados às questões de gênero e de condições de trabalho que permearam tais acontecimentos descritos. Nas obras L1, L4 e L5 faz-se uma forte referência aos trabalhos de Marie Curie, possibilitando ao estudante um maior discernimento sobre a verdadeira contribuição desta cientista. Nos livros L1 e L9 também é possível destacar a menção a outros físicos que tiveram grande participação nas descobertas relacionadas à radioatividade, permitindo ao estudante a compreensão de que a ciência não ocorre por meio de descobertas isoladas e individuais.

### **Quanto à inclusão de temas sociais e questões sociocientíficas**

A inclusão de temas sociais e a abordagem de questões sociocientíficas estão entre as principais características do enfoque CTS junto aos currículos. Segundo Auler (2007), ao abordarmos discussões junto ao ensino envolvendo temas de relevância social, estamos proporcionando, como ponto de partida, a formação crítica e responsável do educando.

Visando identificar a alusão a esta categoria, nota-se que todas as obras apresentam a radioatividade em situações envolvendo desastres em usinas nucleares (L1, L2, L4, L8 e L9), riscos envolvendo a geração de energia elétrica por meio da energia nuclear (L1 e L6) e descarte irregular do lixo radioativo (L3, L5, L6, L7 e L9), provocando acidentes e danos ao ser humano e ao meio ambiente. Todas estas questões possibilitam ao leitor uma interpretação errônea de que a radioatividade constitui-se como um fenômeno ligado muito mais a eventos nocivos à sociedade, deixando pouco espaço para outras relações que até estão presentes nos livros, tratando dos possíveis benefícios, como geração de empregos (L9), irradiação de alimentos que evitam a necessidade de agrotóxicos (L1 e L5) e produção de energia elétrica e os impactos ambientais (L1, L6 e L9).

Ainda, na obra L4 e L8, os autores fazem um tópico especial abordando a relação CTS, valorizando os impactos das descobertas científicas na sociedade, dando ênfase aos riscos dos avanços científicos.

Todas estas abordagens corroboram com as orientações oficiais ao afirmar que:

Na dimensão social, a relevância de uma educação científica pode ser reconhecida a partir de seu potencial para reduzir as desigualdades produzidas pela falta de compreensão das tecnociências. Estes elementos favorecem, ainda, a compreensão dos problemas socioambientais que afligem todos os seres do planeta e comprometem seu equilíbrio dinâmico, o que poderá despertar nos estudantes o compromisso com a redução ou eliminação desses problemas, assim como a busca da sustentabilidade e de formas de organização da sociedade que evitem a degradação socioambiental (BRASIL, 2017 p. 16).

Neste mesmo olhar, Auler e Delizoicov (2001) defendem que "a educação relaciona-se com conhecimento crítico da realidade, com uma leitura crítica do mundo" (p.7), contribuindo, desta forma, para o que Cachapuz, Praia e Jorge (2004) chamam de "estatuto epistemológico", ou seja, a justificação social do ensino de Ciências.

### **Quanto à formação cidadã do educando e a valorização da discussão acerca do papel da ciência e da tecnologia.**

A formação do cidadão e a valorização do papel da ciência e da tecnologia diante da sociedade, segundo Santos e Mortimer (2002) constituem a principal vocação do enfoque CTS. Para estes autores, o uso do enfoque CTS possibilita o desenvolvimento de habilidades junto aos educandos, capacitando-os para que estes possam atuar na sociedade, competentes para a tomada de decisões responsáveis sobre questões envolvendo a ciência e a tecnologia na sociedade.

Reforçando esta visão, Silveira e Bazzo asseveram que:

A educação CTS é uma inovação que tem a intenção de promover uma ampla alfabetização científico e tecnológica (ACT) numa perspectiva ampliada (o modelo interacionista) de maneira que os cidadãos tenham condições de tomar decisões responsáveis, no que se refere às questões tecnológicas predominantes na sociedade contemporânea (SILVEIRA; BAZZO, 2005 p.12).

Este pensamento descrito é consoante às orientações oficiais. Estas discorrem que:



Há, ainda, as dimensões políticas, que apontam a educação científica como possibilidade de contribuir para que os estudantes, reconhecendo-se como cidadãos, possam atuar de forma crítica em debates e tomadas de decisões sobre assuntos de relevância social que envolvam a ciência e a tecnologia (BRASIL, 2017 p. 16).

Remetendo o olhar para esta categoria após a análise dos livros, é possível identificar que as obras procuram, ainda de forma discreta, atender a esta orientação, valorizando como a ciência se desenvolve e quais suas ligações com a sociedade. Serve de exemplo a menção ao caráter estatístico das transmutações nucleares (L1, L5 e L8), da valorização do Princípio da Incerteza (L1 e L4) como um novo paradigma para a ciência moderna e a alusão aos novos desafios desta ciência, tratando de hipóteses e teorias envolvendo matéria escura e as novas partículas que compõe a natureza, como quarks e os diferentes membros da família dos léptons (L4 e L7).

Merece destaque a alusão às contribuições da ciência brasileira (L7), à contribuição feminina na ciência frente às questões de gênero presentes no meio científico e à consideração da natureza não neutra e passível de questionamento da ciência e da tecnologia (L4 e L5).

Porém, apesar das obras trazerem à tona todas estas considerações, o que fica mais explícito na forma com que os livros abordam seus conteúdos é o caráter herdado de ciência como uma atividade inquestionável e neutra, baseada em descobertas de laboratório, de forma linear e desconectada dos contextos sociais e filosóficos, não mencionando erros e rupturas na forma de entender e aplicar tais avanços científicos junto à sociedade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após esta análise e a construção das categorias apresentadas, é possível afirmar que as obras, de modo geral, procuram atender às orientações para um ensino de Ciências que possibilite a formação plena e cidadã dos educandos. Tais orientações remetem para a superação de algo ainda muito comum em obras didáticas, voltadas para a simples apresentação de conceitos e teorias, com resoluções de exercícios memorísticos e focadas na preparação de provas e vestibulares.

Ao resgatar esta realidade que ainda está presente nos livros didáticos, as orientações do PNLEM advertem que:

Poucas são as coleções que vão além dessa visão e incluem uma abordagem de fatores sociais, políticos, econômicos e culturais, que influenciaram as atividades dos cientistas, o desenvolvimento de conceitos e teorias, os debates científicos, as colaborações e as disputas entre vários grupos de cientistas. Uma visão inclusiva dos fatores externos da História da Ciência, ou a História Social da Ciência, ainda é pouco privilegiada nas coleções. Nesse sentido, o professor pode buscar coleções que apresentem aspectos internos e externos à Ciência e valorizar ambas as abordagens no estudo dos temas e conteúdos. A valorização da abordagem dos fatores externos favorece a compreensão dos aspectos interdisciplinares presentes na produção da Ciência em todas as épocas, algo cada vez mais apreciado neste século 21 (BRASIL, 2017 p. 28).

Deste modo, acreditamos ter atingido nossos objetivos ao possibilitar subsídios para discussões e análises dos livros didáticos aos gestores e aos professores da educação básica, sem pretensões de desqualificar as obras, mas sim preconizando uma forma de analisar estas ferramentas didáticas em diferentes versões do PNLEM nos mais variados temas tratados pelas ciências da natureza.

Para Acevedo-Díaz (2001) a perspectiva CTS contribui para a formação de um cidadão consciente e crítico, permitindo ao educando a capacidade de analisar as influências do desenvolvimento científico e tecnológico junto à sociedade. Esta formação crítica dos educandos converge com as orientações governamentais voltadas para os livros didáticos. Tais orientações destacam as demandas contemporâneas ao cotidiano dos estudantes ao afirmar que:

A sociedade atual traz novos desafios educacionais. A educação científica e tecnológica é reconhecida, nesse contexto, como fundamental na formação do cidadão contemporâneo, embora sua defesa possa incorporar objetivos de diferentes naturezas - humanistas, sociais, econômicas ou políticas (BRASIL, 2017 p.15).

Por fim, destacamos que o livro didático, sendo uma importante ferramenta junto à ação docente, pode ser utilizado como guia norteador para outras formas de abordagem dos assuntos tratados. Cabe ao professor o resgate de relações e discussões transversais aos conteúdos, criando condições para que, de fato, os educandos desenvolvam, de forma concomitante com o aprendizado das teorias e conceitos dos fenômenos físicos, a competência ética e cidadã necessária para sua formação plena.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Borrador**, 13, 26-30. 1996. [Versión electrónica] en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001.

AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: Solomon, J.; Aikenhead, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

ANDRÉ, M. E. D. A. de. Pesquisa em Educação: desafios contemporâneos. **Pesquisa em Educação Ambiental**, vol. 1, n.1 – pp. 43-57, 2006.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**. vol. 1, número especial, 2007.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. (2001). Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?; Ensaio – **Pesquisa em Educação em Ciências**, 3(1), 122–134, 2001.

BONJORNO, J. R. et al. **Física**, vol 3.São Paulo, FDT, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLEM 2018 física – guia de livros didáticos** – ensino médio/ Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.

CACHAPUZ, A.; Praia, J.; Jorge, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico; **Ciência & Educação**, vol. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: El estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos, **Revista Iberoamericana de Educación**. Nº 18, 1998.

CORTEZ, J.; DARROZ, L. M. A Contextualização no Ensino de Ciências na Visão de Professores da Educação Básica; **Revista Thema**, vol. 14, n. 3, 2017.

CORTEZ, J.; DEL PINO J. C. A Abordagem CTS e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Implicações para uma Nova Educação Básica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, vol. 10, n. 3, p. 125-144, set./dez., 2017.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El Pensamiento em Ciencia, Tecnología y Sociedad em Latinoamérica: uma interpretación política de su trayectoria. In: Dagnino, R.; Thomas, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana**. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.

DELIZOICOV D. Problemas e Problematizações. In: Maurício Pietrocola. (Org.). **Ensino de Física - conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. 1 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, p. 125-150, 2001.

EICHLER, M. L.; CALVETE, M. H. H.; SALGADO, T. D. M. **Módulos para o Ensino de Radioatividade**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (Material Didático), 1997.

GARCIA, N. M. D. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 44, p. 145-163, abr./jun. 2012.

GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Tecnos, 1996

GASPAR, A. **Compreendendo a Física: ensino médio**. São Paulo: Ática, vol. 3, 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA D. T. **Métodos de pesquisa** / Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica –Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. –Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 2 ed. São Paulo: Ática, v.3, 2017.

LOBATO, T.; Greca, I. M. Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 119-132, 2005.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C. **Física: contexto & aplicações**. São Paulo, 2017.

MIRANDA, E. M. **Tendências das Perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas Áreas de Educação e Ensino de Ciências: Uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas**; Tese do Doutorado, Universidade de São Carlos – UFSCar, 2013.

MOREIRA, M. A. **Física de Partículas: uma abordagem conceitual e epistemológica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MORAES, R. Uma Tempestade de Luz: A Compreensão Possibilitada pela Análise Textual Discursiva; **Revista Ciência e Educação**; v. 9; n. 2; p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. **Revista Ciência e Educação**; v. 12; n. 1; p. 117-128, 2006.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PIETROCOLA, M. et al. **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. São Paulo: FTD, vol. 3, 2017.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 241 – 248, 2006.

PIUNTI, J. C. P.; OLIVEIRA, R. M. M. A. de. Exame Nacional de Ensino Médio: Mudanças no trabalho docente a partir dessa política. **Políticas Educativas**, Porto Alegre, v. 5, n.2, p. 114-130, 2012.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Ensaio - **Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.

SILVEIRA, R. i M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência e Tecnologia: Transformando a relação do ser humano com o mundo. **Anais do IX Simpósio Internacional Processo Civilizador**, Ponta Grossa, Brasil, 2005.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação Científica no Brasil**; Tese USP, 2012.

TEIXEIRA, P. M. M. Movimento CTS e suas proposições para o ensino de ciências. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Temas emergentes em educação científica**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2003.

TORRES, C. M. et. al. **Física: Ciência e Tecnologia**. 4 ed. São Paulo: Moderna, vol. 3, 2017.

VÁLIO, A. B. et. Al. **Ser protagonista: física**. São Paulo: 2017.

XAVIER, C.; BARRETO, B.. **Física aula por aula**. 3 ed. São Paulo: FTD, 2017.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva, v. 3, 2017.

ZIMAN, J. **Teaching and learning about science and society**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

ZIMAN, J. The rationale of STS education is in the approach. In: Solomon, J.; Aikenhead, G.; **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.



Revista  
Ciências & Ideias