

# **Abordagem CTS no conteúdo de Radioatividade: possíveis contribuições para a participação social do educando**

## **STS approach in Radioactivity content: possible contributions to the student's social participation**

**Sâmeli Maria Furtado Corrêa**

Universidade Federal do Pará  
samelifurtado@hotmail.com

**Jorge Raimundo da Trindade Souza**

Universidade Federal do Pará  
jrts@ufpa.br

**George Anderson Macedo Castro**

Universidade Federal do Pará  
george-castro@ufpa.br

### **Resumo**

O estudo teve como objetivo analisar a presença dos pressupostos teórico da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na elaboração do conteúdo de Radioatividade em livros didáticos (LD) de Química do ensino médio. A pesquisa se qualifica como qualitativa, de natureza teórica. A metodologia de análise utilizada foi a Análise Textual Discursiva (ATD), realizada a partir de cinco livros didático aprovados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) do ano 2018, que foram analisados a partir de três categorias elaboradas *a priori*, sendo uma destas: Contribuição do conhecimento para promover participação social/tomada de decisão. Observou-se na investigação, aspectos nos quais é possível inferir que o conteúdo contribui para a participação social do educando, o que majoritariamente ocorre de forma menos crítica e em uma perspectiva mais individualizada que coletiva.

**Palavras chave:** Educação CTS, Participação social, Formação cidadã, Livro Didático, Radioatividade.

### **Abstract**

The study aimed to analyze the presence of the theoretical assumptions of Education in Science, Technology and Society (STS) in the elaboration of Radioactivity content in high school Chemistry textbooks (TB). The research qualifies as qualitative, theoretical in nature. The

analysis methodology used was the Discursive Textual Analysis (DTA), carried out from five textbooks approved in the Brazilian National Book and Teaching Material Program (PNLD) of the year 2018, which were analyzed from three categories prepared a priori, one of these being: Contribution of knowledge to promote social participation/decision making. It was observed in the investigation, aspects in which it is possible to infer that the content contributes to the social participation of the student, which mostly occurs in a less critical way and in a more individualized than collective perspective.

**Key words:** STS education, Social participation, Citizen training, Textbook, Radioactivity.

## Introdução

O intenso desenvolvimento de tecnologias, e a ausência de discussão crítica pela sociedade sobre as consequências deste desenvolvimento constitui-se como uma questão complexa do mundo atual. Para a construção de uma postura crítica diante das diversas questões científicas, tecnológicas e sociais, a escola como instituição formal de ensino, juntamente com os recursos didáticos devem visar uma educação que integre ao conhecimento científico diferentes problemáticas que cercam o cenário escolar e, que, concomitantemente, contribui para a formação cidadã do estudante.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p.79) defendem que diante do fato da sociedade atual ser tecnológica “é preciso que o ensino médio dê ao aluno condições de compreender a natureza do contexto científico-tecnológico e seu papel na sociedade”. Além disso, a educação deve: promover a auto formação do estudante, possibilitando-o agir de forma ativa e responsável na sociedade; e contribuir com a aquisição de informação e com a compreensão de questões sociais que afetam o cidadão e o meio no qual está inserido.

Considerando o ensino de Química, Mortimer, Machado e Romanelli (2000) argumentam que, além de ser limitado aos aspectos conceituais e desconsiderar a origem, o contexto social e tecnológico do conhecimento científico, apresenta um número demasiado de conceitos e definições que são introduzidos nas aulas ou nos livros didáticos que, todavia, são difíceis de serem assimilados pelos alunos, já que não estão inseridos em uma estrutura mais ampla que possibilite a atribuição de significado à aprendizagem da componente curricular.

Assim, torna-se notável a necessidade de promover uma educação significativa e ampla que visa integrar diferentes dimensões ao conhecimento, com a exploração de diversas questões, que possibilitam, então, a compreensão do papel, das implicações, da origem da ciência e da tecnologia e da relação de ambas com a sociedade e vice-versa, além de promover a formação de cidadãos. Essas são algumas características que vem ao encontro da tendência teórica e metodológica da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A perspectiva CTS é defendida por diversos educadores e pesquisadores como norteadora para a formação da cidadania (SILVA; MARCONDES, 2015). Na educação em Ciências, as propostas CTS buscam alfabetizar científica - tecnologicamente os estudantes, pois de forma contextualizada visa possibilitar a compreensão da ciência e da tecnologia como criação da humanidade e o seu desenvolvimento está relacionado aos diversos sujeitos sociais (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Por sua vez, Vaz, Fagundes e Pinheiro (2009)

adicionam que a inserção de propostas CTS visa formar indivíduos críticos, participativos e conscientes da real imagem da ciência e da tecnologia.

O desenvolvimento de propostas que utilizam o referencial da Educação CTS estão sendo expandidas para além das propostas de ensino desenvolvidas em sala de aula. Nesse sentido, é possível se observar que materiais didáticos mais complexos, já incorporam os pressupostos de tal tendência educacional, um exemplo são os livros didáticos, um recurso intensamente utilizado para o ensino. Carneiro, Santos e Mól (2005) argumentam que apesar do constante avanço da tecnologia o livro didático ainda é um dos recursos amplamente utilizado no ensino, exercendo sem dúvida alguma, papel decisivo no trabalho docente e, conseqüentemente, expressiva influência na formação dos alunos. Esse recurso didático, de acordo com Santos e Porto (2013), nos anos 70 eram constituídos de forma isolada da vivência dos estudantes. Contudo, com as intensas discussões de diferentes propostas, o material incorporou adaptações. Sendo assim, nos livros didáticos de Química é possível atualmente se notar a presença das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, evidenciadas através de abordagens que são (ou pretendem ser) contextualizadas, interdisciplinares com ênfase em uma perspectiva de cidadania que está muito relacionada com a participação social.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a presença dos pressupostos CTS em livros didáticos de Química do ensino médio, especificamente no conteúdo de Radioatividade. Buscou-se verificar as possíveis contribuições do conteúdo para o desenvolvimento da participação social do estudante, e em que âmbito essa participação ocorre.

## **Fundamentação Teórica**

García, Cerezo e López (1996) concordam que foi durante a segunda metade do século XX, nos países centrais do capitalismo (EUA, Inglaterra, Canadá, entre outros), que a Ciência e a Tecnologia (CT) passaram a ser vistas com maior criticidade, pois durante os anos 1960-1970 tornou-se notório o rápido avanço científico tecnológico, sobretudo em artefatos bélicos. Porém, o desenvolvimento social não ocorria a nível correspondente ao crescimento da ciência e da tecnologia. Assim, segundo os autores o desenvolvimento da CT, tornou-se alvo de debates políticos e também houve o questionamento da suposta neutralidade da ciência e da tecnologia.

De acordo com Auler e Delizoicov (1999) alguns dos aspectos que contribuíram para a nova visão da produção da CT, como também auxiliaram nas críticas aos resultados do avanço científico tecnológico foram: o desenvolvimento das bombas atômicas e seus impactos na sociedade e no meio ambiente; e o uso de Napalm desfolhante durante a Guerra do Vietnã. Nesse cenário, onde há questionamentos e mobilizações quanto ao desenvolvimento científico e tecnológico; quanto à natureza da ciência e da tecnologia; quanto à finalidade da tecnologia na sociedade, surge o movimento CTS, seus agentes desencadeadores foram os movimentos ambientalistas, movimentos contracultura e movimentos pacifistas, além das reações acadêmicas à ideia tradicionalista e positivista da ciência (AULER, 2002). Para Santos e Mortimer (2001, p. 96) “o movimento CTS surgiu, então, em contraposição ao pressuposto cientificista, que valorizava a ciência por si mesmo, depositando uma crença cega em seus resultados positivos”.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) destacam que na área da educação os pressupostos do movimento CTS, denominado de educação CTS / enfoque CTS no contexto educativo, apresentam-se como promissores nas propostas curriculares, logo, o número de adeptos tem



sido ampliado. Enquanto aos objetivos, conteúdo, abrangência e maneira de implementação CTS não há consenso (AULER; DELIZOICOV, 1999; AULER, 2002). Auler (2007, p.1) sintetiza que a educação CTS tem como recorrentes objetivos,

1) provocar o interesse do aluno em relacionar conhecimentos científicos com aspectos sociais e tecnológicos; 2) discutir sobre o uso da CT destacando as implicações éticas e sociais relacionadas a tais atividades; 3) obter conhecimento sobre a natureza da ciência, como também do trabalho científico; 4) buscar formar cidadãos científica-tecnologicamente alfabetizados, desenvolver o pensamento crítico e a autonomia intelectual; importantes para participar conscientemente de tomadas de decisões em questões de cunho científico e tecnológico na sociedade.

Dessa forma, percebemos que a participação social como expressão do exercício da cidadania - realizada a partir do diálogo entre o conhecimento científico, produção tecnológica e relações sociais - é uma das finalidades da Educação CTS. Contudo, Rosa (2019) nos alerta que no contexto das práticas educativas, a participação é marcada ainda por discursos reducionistas e pouco críticos, sendo apresentada e verbalizada na teoria, mas pouco evidenciada nas práticas educativas. Nesse sentido, ainda parece um grande desafio para a Educação CTS formar para compreender, avaliar e tomar decisão referente a diversos problemas sociais e aplicações tecnológicas, pois para isso é fundamental que o estudante adquira conhecimentos básicos relacionados não somente ao campo científico, mas também ao meio social e outras áreas afins à problemática em estudo (SANTOS, 1992).

De acordo com Santos e Mortimer (2000) as contribuições da Educação CTS para formar cidadãos científica-tecnologicamente alfabetizados consiste na construção de conhecimentos, habilidades e valores. Valores dos quais os autores argumentam estarem relacionados com interesses coletivos, como o desenvolvimento do compromisso social.

Aikenhead (2003 apud SANTOS, 2012, p.50) afirma que “a educação CTS no ensino de Ciências surgiu [...] dentro do propósito da educação científica para a cidadania que vinha sendo reivindicado por educadores em Ciências insatisfeitos com a prática de ensino [...] demasiadamente centrada na formação de cientistas”. Pois, segundo Chassot (2018), ainda na década de 80 o ensino de ciência era centrado quase exclusivamente na necessidade de fazer os estudantes obterem conhecimento científico importantes para tornarem-se familiarizados com teorias, conceitos, e com os processos científicos.

Teixeira (2003) argumenta que as propostas CTS possibilitam uma educação científica em um sentido amplo que visa integrar as disciplinas curriculares, romper com as ideias de conceitos científicos isolados em si mesmos e ressignificá-los através de temas sociais; proporcionar ao educando a exploração de questões sociais de relevância científica, com a utilização de diversas estratégias didáticas. As propostas CTS buscam contemplar a inter-relação existente entre os três elementos: ciência, tecnologia e sociedade mediante a inserção de questões tecnológicas e sociais em sala de aula (SANTOS, 2012).

Educar na perspectiva de tornar o estudante ativo na sociedade e apto para tomar decisão em problemas concretos é diferente do que preparar o estudante para buscar resolução de um problema posto em sala de aula. Nos problemas acadêmicos a resolução é previsível, construída mediante a utilização de algoritmos e sob o foco disciplinar, e do ponto de vista avaliativo é tido como certo ou errado, já a solução de problemas concretos é vista em uma perspectiva multidisciplinar e apresenta alternativas múltiplas; e exige diferentes informações e o senso crítico do aluno para analisá-las e avaliá-las segundo custos-benefícios para, então, ocorrer a

tomada de decisão (SANTOS; SCHNETZLER, 1998). Santos e Schnetzler (2010) ressaltam que a tomada de decisão está relacionada com a preparação do indivíduo para viver ativamente na sociedade democrática por meio da solução de problemas da vida real que envolvam aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos.

## Procedimentos metodológicos

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa do tipo qualitativa, no qual foi utilizado a Análise Textual Discursiva (ATD). Esta metodologia tem sido amplamente utilizada nas pesquisas qualitativas na área de pesquisa de educação em ciências (MORAES, 2003), como pode ser evidenciado em onze teses, analisadas por Sousa, Galiazzi e Schmidt (2016). Além disso, a “pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga [...] não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão” (MORAES, 2003, p.191). Enquanto a origem dos materiais a serem analisados, Moraes (2003) argumenta que podem ser textos já existentes ou originários de outros meios, como entrevistas e observações.

A análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados constituída de três elementos definidos, que possibilitam novas compreensões do fenômeno investigado, esses elementos são: unitarização, categorização e comunicação (MORAES, 2003). A unitarização consiste na etapa do processo “em que os textos são separados em unidades de significado” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 118). “Unitarizar é interpretar e isolar ideias elementares de sentido sobre os temas investigado” e são construídas após intensa leitura e impregnação com o material do *corpus* da análise (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 123).

Para este trabalho foi selecionado inicialmente como *corpus* da análise o conteúdo de radioatividade de seis livros didático de Química (Quadro 1). Todos os livros didáticos foram aprovados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) do ano de 2018, estavam disponíveis para serem utilizados nas escolas no triênio de 2018 a 2020. Para cada obra didática foi atribuído um código (Quadro 1) constituído pelas letras iniciais LD, referente à livro didático, seguido por um algarismo arábico (1,2,3,4,5,6).

**Quadro 1:** Dados dos livros didáticos

Código para identificação dos livros didáticos	Volume (s) do livro didático	Dados adicionais
LD1	1 e 3	2ª ed./ 2016/Editora Ática
LD2	3	1ª ed./ 2016/Editora Moderna
LD3	2	3ª ed./ 2016/Editora SM
LD4	1	3ª ed./ 2016/Editora Scipione
LD5	3	1ª ed./2016/Editora Positivo
LD6	nenhum	3ª ed./ 2016/Editora AJS

Fonte: Dados da Pesquisa.

Nos livros didáticos LD2, LD3, LD4 e LD5 o conteúdo foi identificado em um único volume, enquanto o livro didático LD1, o conteúdo estava localizado em dois volumes da coleção (Quadro 1). No LD6 não há o conteúdo de radioatividade, pois os autores alegam que o

conteúdo de radioatividade está sendo incorporado aos conteúdos de Física e não constam nos documentos oficiais do componente curricular de Química. Assim, a análise ficou restrita a cinco livros didáticos.

A análise do *corpus* e a separação de unidades de significados foi orientada por categorias a *priori*. Esse tipo de categoria “são deduzidas das teorias que servem de fundamento para a pesquisa” e sua construção ocorre anteriormente ao exame do *corpus* dos textos (MORAES, 2003, p. 197).

Sendo assim, três categorias finais orientaram a análise do conteúdo de radioatividade. As categorias tiveram como fundamento o referencial teórico da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, e foram adaptadas de Penha e Maciel (2020) e Fernandes, Costa e Mól (2016). Destacam-se como categorias finais: 1) Contextualização e interdisciplinaridade: compreende a abordagem do conhecimento científico e tecnológico e as relações com questões sociais, econômicas, políticas, éticas e culturais; 2) Contribuição do conhecimento para promover participação social/ tomada de decisão; 3) Natureza da ciência e da tecnologia: compreende as limitações da CT, aborda o entendimento da ciência como atividade humana e social, e possibilita a compreensão do trabalho científico. No entanto, por uma questão de limitação de espaço, esse trabalho se restringirá a apresentação da categoria 2).

O *corpus* de análise foi constituído por diferentes partes do conteúdo, entre elas: textos de abertura de unidade ou de capítulo do livro, notícias, boxes, seções especiais e o conteúdo científico. A análise possibilitou a síntese total de 36 unidades de significados. Apesar de serem utilizados cinco livros didáticos para compor o *corpus* de análise, foi identificado um número reduzido de unidades de significado, inferimos que este fato possivelmente é consequência da existência de informações semelhantes/comuns entre as obras didáticas.

Para cada unidade de significado ou de análise foi atribuído um código de identificação, pois, esse aspecto é fundamental para identificar a origem de cada unidade (MORAES, 2003). Para a construção dos códigos foi utilizado uma relação que abrange o código do livro didático correspondente, seguido por um algarismo arábico, que representa o número de síntese dentro do determinado livro didático. Além disso, cada unidade de significado foi definida em função das categorias construídas a *priori*.

A última etapa da análise textual discursiva consiste no processo de comunicação ou produção de metatexto; as categorias estabelecem os elementos de formação do “metatexto que a análise pretende escrever. É a partir delas que se produzirão as descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise” (MORAES, 2003, p. 197). Após a identificação das unidades de análise tendo como referências as categorias, buscou-se a elaboração do metatexto na tentativa de descrever, interpretar e compreender a relação e a dimensão dos pressupostos CTS no desenvolvimento do conteúdo científico de radioatividade.

## **Análise dos dados e discussão**

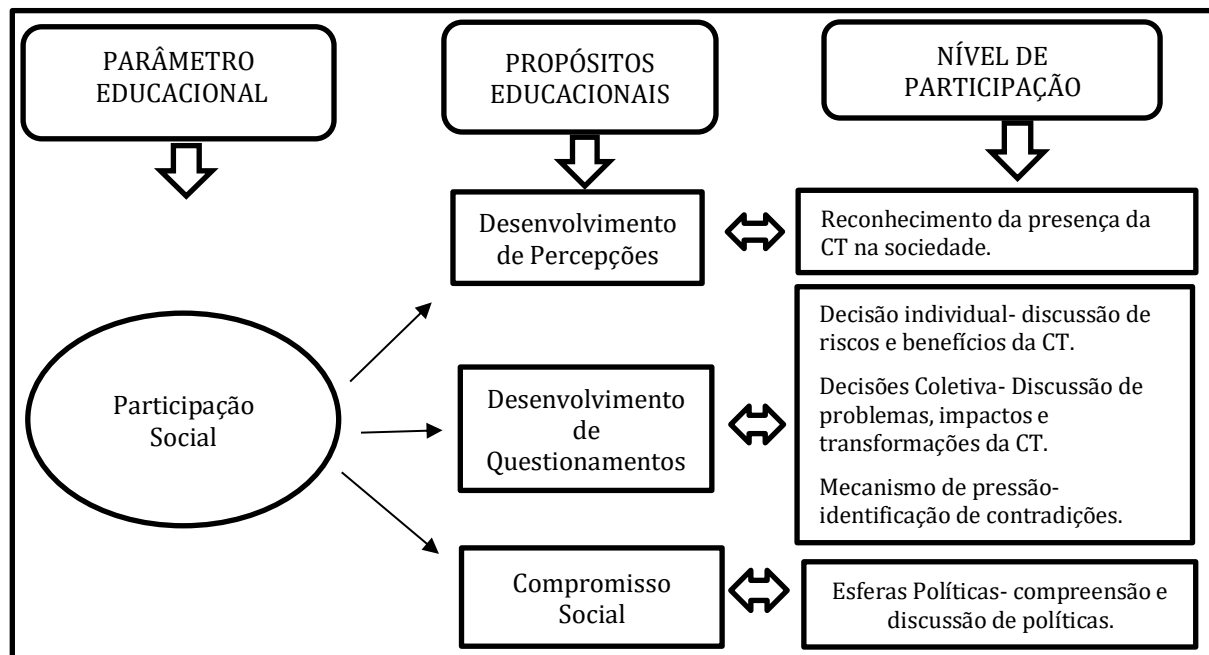
### **Contribuição do conhecimento para promover participação social/ tomada de decisão.**

De acordo com Strieder (2012) e Strieder e Kawamura (2014), a participação social é um dos parâmetros utilizado na Educação CTS que atribui sentido a diferentes propósitos educacionais,



sendo eles: o desenvolvimento de percepções relacionadas a CT; desenvolvimento de questionamentos; e o desenvolvimento de compromissos sociais. A Figura 1 resume essa relação entre o parâmetro educacional CTS (Participação) e seus propósitos. Assim, para uma descrição e interpretação mais objetiva das unidades de significados utilizou-se como referencial os propósitos educacionais CTS e os diferentes níveis de participação social integrantes do processo de sistematização proposto pelas duas autoras citadas.

**Figura 1:** Articulação entre o parâmetro CTS (Participação) e os propósitos educacionais.



Fonte: Strieder (2012)

Considerando o desenvolvimento de percepções ou reconhecimento do conhecimento, Strieder (2012) argumenta que tal propósito está relacionado com uma participação social em uma perspectiva menos crítica. Essa participação, segundo Strieder e Kawamura (2014, p.106) abrange “a busca pelo reconhecimento da presença da CT na sociedade, visa uma aproximação maior da sociedade para com a ciência e a tecnologia”. No âmbito das práticas educacionais a atenção é para temas evidentes na mídia ou no cotidiano dos estudantes, e o objetivo é propor a compreensão de conceitos, processos, questões técnicas etc. de referidos temas ou tecnologias; é comum a utilização da contextualização como meio facilitador do ensino, em que busca aproximar o conhecimento científico e o cotidiano do estudante por meio da aplicação, exemplificação e ilustração do conhecimento científico.

Diversas unidades de análise foram identificadas na pesquisa como contribuintes para desenvolver a participação do estudante no reconhecimento da CT na sociedade, que foi constituído por meio da identificação de partes específicas ou o modo funcional de determinada tecnologia, processo tecnológico ou de determinado tema científico-tecnológico. Também foi observado na investigação a exemplificação de tecnologia para contextualizar conceitos científicos e sua aplicabilidade.

Ademais, observou-se na pesquisa a presença de excertos significativos que apontam para a introdução de temas científico-tecnológico tais como, usina nuclear, porém o desenvolvimento

do conteúdo se deu de forma restrita ao meio técnico, especificamente à identificação das partes integrantes do reator nuclear, como pode ser visto a seguir.

LD2.4: para compreender o funcionamento de uma usina nuclear, considere um reator nuclear do tipo PWR (reator de água pressurizada), o mais utilizado no mundo. Ele é constituído basicamente por quatro partes: reator nuclear, barras de controle, moderador, fluido trocador de calor.

Algumas unidades de significado possibilitam uma visão pouca mais nítida referente a contribuição do ensino para que o aluno participe do reconhecimento da CT na sociedade. Como exemplo LD1.19, que promove exemplificações das aplicações dos radioisótopos.

LD1.19: o uso de radioisótopos na pesquisa e na indústria é bastante diversificado. É possível, por exemplo, estudar o metabolismo das plantas [...] possibilita o estudo do comportamento dos insetos [...] A marcação de insetos é útil para eliminação de pragas, identificando qual predador se alimenta de determinado inseto indesejável, para então utilizá-lo no lugar de inseticida. Outra forma de eliminar pragas é esterilizar os machos da espécie por radiação gama e depois soltá-los no ambiente para competir com os férteis, reduzindo sucessivamente a reprodução da espécie, até que deixem de ser um problema [...]. Uma aplicação dos radioisótopos na indústria é nas linhas de produção.

Continuando o processo de descrição e interpretação dos dados dessa categoria, foi analisada a possível contribuição do conteúdo didático para promover o desenvolvimento do posicionamento questionador do estudante. Segundo Strieder (2012, p. 169), esse propósito educacional requer “discutir as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade”; dentro desse propósito “o conhecimento científico deixa de ser a finalidade do processo de ensino e aprendizagem e passa a ser entendido como o meio para a formação de cidadãos aptos a julgar e tomar decisões conscientes”.

A construção do senso questionador está relacionado com três diferentes níveis de participação social: 1) participação na avaliação de riscos e benefícios da CT, onde o foco é para a apresentação dos prós e contras, e pontos positivos e negativos das tecnologias ou processos científico-tecnológicos; 2) participação na discussão acerca dos problemas, impactos e transformações ocasionadas pela CT, logo, esse nível da participação envolve uma análise histórica e a discussão coletiva sobre as transformações sociais, culturais que a CT ocasiona; 3) participação na identificação de contradições presente na construção da ciência e da tecnologia e os mecanismos de pressão presente nesse desenvolvimento (STRIEDER, 2012).

Sendo assim, a partir das interpretações dos trechos significativos verificou-se possibilidades de contribuição do conhecimento para a participação na avaliação das implicações da CT, como aponta LD5.6, que apesar de reconhecer a enorme quantidade de energia proveniente das usinas nucleares, apresenta como pontos desfavoráveis os riscos de acidentes oferecidos pelas usinas e, o risco oferecido pelo despejo no meio ambiente da água utilizada no resfriamento do reator.

LD5.6: apesar da quantidade de energia que fornecem, as usinas nucleares têm sido muito questionadas por causa do risco de acidentes, que, quando ocorrem, apresentam consequências muito sérias e podem continuar afetando o ambiente muitos anos após o acidente. Outra questão importante a levar em conta é que a maioria das usinas nucleares utiliza água para o resfriamento do reator. Se a água, depois de aquecida, for lançada ao meio ambiente, apesar de não estar contaminada, afetará a sobrevivência de algumas espécies.

Por sua vez, LD5.10 a seguir, apresenta os pontos negativos da utilização do processo de esterilização de alimentos por radiação.

LD5.10: no Brasil faz pesquisa sobre alimentos irradiados desde 1975. Gradativamente, o leque de alimentos que podem ser irradiados foi aumentando [...]. No Brasil irradiam-se principalmente cebolas, batatas, peixes, trigo e farinhas, papaia, morango, arroz e carne de porco. Como nos demais métodos de conservação de alimentos [...] a irradiação ocasiona perda de macro e micronutrientes, bem como variações na cor, sabor, textura e odor. Muitas



vitaminas são praticamente extintas do alimento: até 90% da vitamina A na carne de frango, 86% da vitamina B em aveia e 70% de vitamina C em suco de frutas. À medida que o tempo de estocagem aumenta, outros nutrientes são perdidos.

Também foi possível notar a contribuição do conhecimento para uma participação na avaliação da ciência e da tecnologia envolvendo a introdução de alguns aspectos mais abrangente, que Santos (2008) denomina de aspectos sociocientíficos. De acordo com o autor, a exploração dos aspectos sociocientíficos em questões sociais possibilita a ampliação da compreensão das inter-relações CTS, possibilita também o desenvolvimento de diferentes discussões e a formação de atitudes e valores.

Desse modo, LD2.5 insere questão de dimensão ambiental entorno da utilização da energia nuclear; e em LD3.1, é possível o aluno participar da avaliação da CT considerando uma introdução superficial do aspecto social, referente ao uso da radiação.

LD2.5: o valor de 66 g de CO<sub>2</sub> eq./ KWh para a tecnologia nuclear refere-se a toda vida útil do reator que inclui o gasto com combustível fóssil para a construção da usina, o desmatamento da área onde será construída a usina e o processamento do combustível nuclear, com a mineração e o enriquecimento do urânio. Assim, apesar de no processo de fissão não ocorrer emissão de dióxido de carbono, uma análise mais ampla revela que a energia nuclear causa impacto ambiental quando se avaliam as emissões de CO<sub>2</sub>. Contudo, comparando-se com o gás natural, o diesel e o carvão mineral, a energia nuclear emite menor quantidade de gás carbônico na atmosfera e, por isso, pode ser uma alternativa que pode, a priori, trazer menos prejuízo ao ambiente.

LD3.1: apesar dos riscos que podem oferecer, porém, os diversos usos das radiações também têm facilitado muito a vida das pessoas, como é o caso dos telefones celulares, que, hoje em dia, têm desempenhado múltiplas funções e, assim, estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano [...]. São inegáveis as facilidades que esses aparelhos proporcionam à vida moderna. No entanto, os celulares emitem a chamada radiação magnética não ionizante e, embora os pesquisadores ainda não tenham chegado a uma conclusão definitiva a respeito, há muitos estudos que mostram que o uso excessivo do celular também pode causar danos à saúde dos seres humanos. Levando em consideração esses prós e contras, você considera vantajoso o uso que tem sido feito das radiações. Por quê?

O trecho significativo LD3.1, já exposto anteriormente, não só contribui para que o aluno participe na avaliação dos riscos e benefícios proporcionados pela utilização da radiação, mas também permite a participação social na discussão sobre a transformação social, cultural ocasionada pela utilização do celular. De forma superficial LD3.1 salienta as facilidades da modernidade, proporcionada pela intensa presença da tecnologia na sociedade, todavia não há uma especificação quanto à essas facilidades e nem o aprofundamento da discussão acerca da inserção da tecnologia na sociedade.

Portanto, o conteúdo didático possibilita a participação social no reconhecimento da ciência e da tecnologia na sociedade, contribuindo para o desenvolvimento da percepção sobre CT. Além disso, o conhecimento presente no livro didático colabora para que o aluno desenvolva questionamentos sobre a ciência e a tecnologia e a relação de ambas com a sociedade mediante a contribuição da participação na avaliação dos pontos positivos e negativos ou prós e contra de processos científicos e/ou tecnologias e, através da participação social na discussão sobre as transformações social e cultural acarretadas pela utilização da tecnologia. Não foi observado no conteúdo do livro didático a abordagem que possibilitasse a participação do estudante na identificação das diferentes contradições existentes no desenvolvimento da CT, como argumenta Strieder (2012, p. 205) “a participação perpassa o reconhecimento dos propósitos políticos que levaram ao desenvolvimento de determinados produtos da CT-exclusão, luta de classe; o que implica um controle social mais amplo”.

No que concerne a contribuição do conteúdo para a participação quanto à compreensão da esfera política da CT, o mesmo mostra-se insuficiente, pois, não é perceptível na pesquisa a

presença de questões reais que apresentam diferentes grupos políticos participando, debatendo diferentes interesses e envolvendo diferentes valores. Segundo Strieder (2012) essas características já destacadas correspondem ao nível mais crítico de participação social, onde é desenvolvido valores sociais, indispensáveis para o aluno participar de questões reais e transformar o mundo mediante a participação e tomada de decisão que visa beneficiar a sociedade, ou seja, esse nível da participação corresponde ao desenvolvimento do compromisso social.

Apesar da contribuição do conhecimento do livro didático para uma participação em níveis menos críticos, destaca-se que o conteúdo apresenta informações que possui potencial para que o aluno participe de discussão e da tomada de decisão. De acordo com Santos e Schnetzler (1998), educar para tomar decisão requer a aquisição de diferentes informações, que é imprescindível para o desenvolvimento de debates.

## **Conclusões**

Ao iniciar o presente trabalho constatou-se que a intensa utilização dos livros didáticos em sala de aula, torna-o, um importante recurso pedagógico, contudo este instrumento de aprendizagem muitas vezes é marcado pela abordagem conteudista e que apresenta conceitos isolados do contexto do educando. Diante disso, era necessário promover uma investigação no conteúdo didático, especificamente o conteúdo de Radioatividade em livros didáticos de Química do ensino médio, buscando compreender na elaboração do conteúdo possíveis contemplações da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tendência teórica que colabora para um ensino mais contextualizado e visa a formação do indivíduo em uma dimensão ampla.

A pesquisa constatou que o conteúdo e a abordagem utilizada pelos livros didáticos contribuem para níveis menos abrangentes de participação. Esta contribuição se destaca expressivamente no nível de reconhecimento da Ciência e da Tecnologia (CT) presente na sociedade, o que se dá por meio da menção de tecnologias, fenômeno e processos que possuem relação com o conhecimento científico; em nível menor, contribui para a avaliação da CT, que se dá por meio da apresentação dos pontos positivos e negativos ou pró e contra da CT. O conteúdo e abordagem do livro didático também apontam para uma possível contribuição para a participação na discussão ou no reconhecimento das transformações sociais e culturais ocasionadas pela ciência e tecnologia, que é possibilitada pela inserção, mesmo que de forma superficial e sem uma perspectiva histórica, das questões referentes as modificações, facilidades e impactos decorrentes da CT. Ao contrário dos dois primeiros níveis de participação, este último pode ocorrer em nível coletivo e não somente em nível individual.

Cabe ressaltar que todos os níveis de participação são igualmente importantes. Sendo assim, eles não se relacionam de forma hierárquica. Contudo, o fato de os livros analisados não possibilitarem, ou pelo menos orientarem, para processos de participação mais coletivos, que conduzam ao debate público na esfera política, pode minimizar bastante o ensino para o exercício da cidadania, principalmente em sua perspectiva de transformação da realidade. Nesse sentido, é possível dizer que para o conteúdo radioatividade, os livros analisados se restringem a uma perspectiva de participação social mais relacionada a compreensão do que de intervenção na realidade.

## Referências

- AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência e Ensino*, v. 1, n. esp. 2007.
- AULER, Décio. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de Professores de Ciências*. 2002, 218f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>. Acesso em: 29 dez. 2020.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Visões de professores sobre as Interações entre Ciência-tecnologia-Sociedade (CTS). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 2, 1999, Valinhos (SP).
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 101-113, 2005.
- CHASSOT, Attico. *Educação Consciência*. 2 ed. (3ª reimpressão). Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2018. 243p.
- FERNANDES, Roseane Freitas; COSTA, Gabriela Monteiro; MÓL, Gerson de Souza. A abordagem CTS na termoquímica em livros didáticos brasileiros de química. *Indagatio Didactica*, v. 8, n. 1, p. 1738-1749, 2016.
- GARCÍA, Marta Isabel González; CERESO, José A. López; LÓPEZ, José Luján. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.
- MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência e Educação*. Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.
- MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- PENHA, Pedro Xavier da; MACIEL, Maria Delourdes. Análise dos livros didáticos de Ciências e o enfoque CTS: mapeando os elementos da Natureza da Ciência na coleção Araribá. *Revista Interdisciplinar Sulear*, Ibirité (MG), v. 3, n. 7, p. 36-51, jul. 2020.
- PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.
- ROSA, Suiane Ewerling da. Educação CTS: contribuições para a construção de culturas de participação. UNB, Distrito Federal. Tese de doutorado. 2019.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.



SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 9, p. 49-62, dez. 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. *O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para sua implantação na escola secundária brasileira*. 1992, 209f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campina, Campina (SP), 1992.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; PORTO, Paulo Alves. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. *Química Nova*, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Ciência e Educação para a Cidadania**. In: CHASSOT, Attico; OLIVEIRA, Renato José de (org.). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998, p.255-270.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4 ed. Ijuí (RS): unijuí, 2010, p. 159 p.

SILVA, Erivanildo Lopes da; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015

SOUSA, Robson Simplicio de; GALIAZZI, Maria do Carmo; SCHMIDT, Elisabeth Brandão. Interpretações fenomenológicas e hermenêuticas a partir da análise textual discursiva: a compreensão em pesquisas na educação em ciências. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 4, n. 6, p. 311-333, 2016.

STRIEDER, Roseline Beatriz. *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Perspectivas de participação social no âmbito da educação CTS. *Uni-pluriversidad*, v. 14, n. 2, p.101-110, 2014.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, 2003.

VAZ, Caroline Rodrigues; FAGUNDES, Alexandre Borges; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. O surgimento da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação: uma revisão. *Anais do I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Curitiba, 2009.