

## **A temática Radioatividade e a abordagem CTS nos Livros Didáticos de Química do PNLD 2018: uma análise dos textos complementares**

*The Radioactivity theme and the STS approach in the PNLD 2018  
Chemistry Textbooks: an analysis of complementary texts*

*El tema de la Radioactividad y el enfoque CTS en los Libros de Texto de Química del PNLD 2018: un análisis a partir de textos complementarios*

**Saimon Hugo Moreira de Lira** ([saimon.hugo@hotmail.com](mailto:saimon.hugo@hotmail.com))

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Brasil

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-9623-3516>

**Verônica Tavares Santos Batinga** ([veronica.santos@ufrpe.br](mailto:veronica.santos@ufrpe.br))

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Brasil

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-9660-396X>

### **Resumo**

A introdução de temáticas e recursos didáticos complementares sob a ótica da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) são alguns dos indícios das mudanças que os livros didáticos de química vêm passando ao longo dos anos. Este trabalho objetiva identificar e analisar os textos complementares (TCs) (recursos didáticos) sugeridos para a temática Radioatividade nos livros didáticos de química, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático 2018. Este estudo é de caráter qualitativo e do tipo documental. Foram selecionados cinco volumes das seis coleções aprovadas pela inclusão da temática investigada, e em seguida feita uma leitura completa dos capítulos relativos à Radioatividade, com base em critérios voltados para a estruturação de materiais didáticos CTS. Os resultados mostraram a presença de 32 textos complementares nos livros analisados que foram distribuídos por categorias da seguinte forma: Responsabilidade (5), Influências mútuas CTS (13), Relações com as questões sociais (13), Balanço de pontos de vista (6), Tomada de decisões e resolução de problemas (6), Ação responsável (4) e Integração de um ponto de vista (8). Conclui-se que as categorias Influências mútuas CTS e Relações com as questões sociais são as mais presentes nos TCs analisados que se apresentam como recursos didáticos adequados para o trabalho com aspectos da abordagem CTS em aulas de química.

**Palavras-chave:** Livro Didático de Química; Radioatividade; Abordagem CTS; Textos complementares; Ensino Médio.

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

**Abstract**

The introduction of themes and complementary teaching resources from the perspective of the Science-Technology-Society (STS) approach are some of the signs of the changes that chemistry textbooks have been going through over the years. This work aims to identify and analyze the complementary texts (CT), didactic resources, suggested for the theme Radioactivity in chemistry textbooks, approved by the 2018 National Textbook Program. This study is qualitative and documental. Five volumes were selected from the six collections approved for the inclusion of the investigated theme, and then a complete reading of the chapters related to Radioactivity was carried out, based on criteria aimed at the structuring of STS teaching materials. The results showed the presence of 32 complementary texts in the analyzed books, which were divided into categories as follows: Responsibility (5), STS mutual influences (13), Relationships with social issues (13), Balance of views (6), Decision making and problem solving (6), Responsible action (4) and Integration of a point of view (8). It is concluded that the categories STS Mutual Influences and Relations with social issues are the most present in the CT analyzed, which are presented as an adequate didactic resource for working with aspects of the STS approach, in chemistry classes.

**Keywords:** Chemistry textbooks; Radioactivity; STS approach; Complementary texts; High school.

**Resumen**

La introducción de temas y recursos didácticos complementarios desde la perspectiva del enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) son algunos de los signos de los cambios que han venido experimentando los libros de texto de química a lo largo de los años. Este trabajo tiene como objetivo identificar y analizar los textos complementarios (TCs), recursos didácticos, sugeridos para el tema Radioactividad en los libros de texto de química, aprobados por el Programa Nacional de Libros de Texto 2018. Este estudio es de naturaleza cualitativa y documental. Se seleccionaron cinco volúmenes de las seis colecciones aprobadas para la inclusión del tema investigado, y luego se realizó una lectura completa de los capítulos relacionados con la Radioactividad, a partir de criterios orientados a la estructuración de los materiales didácticos de la CTS. Los resultados mostraron la presencia de 32 textos complementarios en los libros analizados, que fueron distribuidos por categorías de la siguiente manera: Responsabilidad (5), Influencias mutuas de CTS (13), Relaciones con los problemas sociales (13), Equilibrio de puntos de vista (6), Decisión elaboración y resolución de problemas (6), Acción responsable (4) e Integración de un punto de vista (8). Se concluye que las categorías CTS Influencias Mutuas y Relaciones con las cuestiones sociales son las más presentes en las TCs analizadas, las cuales se presentan como recurso didáctico adecuado para trabajar aspectos del enfoque CTS, en las clases de química.

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

**Palabras-clave:** Livros de texto de química; Radioatividade; Enfoque CTS; Textos complementares; Escola secundária.

## INTRODUÇÃO

No contexto da sala de aula brasileira percebe-se que o livro didático ainda é um recurso bastante utilizado pelos professores e estudantes, seja pela sua construção histórica que tece estreitas relações com a história da educação, seja por ser um dos poucos recursos distribuídos pelo governo de forma gratuita e periódica nas escolas públicas do Brasil. Desse modo, o livro didático (LD) se apresenta como o principal recurso adotado nas práticas dos docentes, na seleção e organização do conteúdo a ser ensinado e na escolha de exemplos e de exercícios para as aulas (SEXTO JUNIOR; BORGES; LORIN, 2023; SOUZA; MÜLLER; GOMES, 2022).

Entretanto, documentos oficiais da educação como as Orientações Curriculares Nacionais (OCN), as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) e, mais recentemente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugerem o uso de outros recursos didáticos que podem ser usados na prática docente. Como exemplo, têm-se: textos, vídeos, simulações e experimentações que podem complementar o uso do LD em sala de aula (BRASIL, 2006; 2002; 2017).

Akahoshi, Souza e Marcondes (2018) afirmam que recursos didáticos que apresentam conteúdos científicos escolares integrados aos contextos social e tecnológico podem facilitar o desenvolvimento da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em sala de aula, como, por exemplo, os textos complementares (TCs) presentes nos livros didáticos de química.

Em estudos recentes foi observado que os livros didáticos de química apresentam sugestões de recursos complementares que muitas vezes não são explorados pelos professores e alunos (LIRA; VASCONCELOS, 2020). Dentre os recursos sugeridos pelos livros, destacam-se nesse trabalho os textos complementares que são aqueles que se diferenciam do texto didático base por apresentar tipo e tamanho de letra, aparecimento

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

em caixas ou seções de destaque (FRANCISCO JUNIOR; LIMA, 2013). A escolha por esse tipo de texto ocorre por apresentar diferentes gêneros textuais (narrativo, descritivo e dissertativo argumentativo), de diversas fontes de publicação (artigos de revistas, recortes de jornais, artigos científicos e textos publicitários) que carregam um contexto social, político, econômico e científico que pode colaborar para a formação de um leitor crítico (FRANCISCO JUNIOR; LIMA, 2013).

A diversidade de gêneros textuais no cotidiano exige que a sociedade seja capaz de compreender e interpretar diferentes mensagens veiculadas em diferentes fontes de divulgação. Além disso, no ensino de ciências, a utilização de textos de divulgação científica, por exemplo, tem sido relevante pela forma como as temáticas científicas são tratadas (FERREIRA; QUEIROZ, 2015). Porém, é necessário atentar para a ocorrência de erros conceituais e simplificações, como também requer uma preparação adequada dos professores a fim de promover práticas que propiciem o desenvolvimento de habilidades como tomada de decisão e argumentação (FERREIRA; QUEIROZ, 2015).

O interesse pelos TCs neste trabalho é buscar analisar em que medida esse recurso se aproxima ou se distancia de critérios para materiais didáticos adequados à abordagem CTS. As diferentes abordagens dos TCs propiciam a contextualização do conteúdo químico por meio de temáticas sociais relevantes, o que pode ajudar o estudante a mobilizar esses conteúdos em situações não familiares ou na resolução de problemas complexos da vida real (SANTOS; SCHNETZLER, 2015).

A abordagem CTS mostra-se adequada para introduzir a contextualização do conhecimento químico. Ela se originou do Movimento CTS, que surgiu em meados dos anos 1960 e início dos anos 1970, tanto em função “de problemas ambientais gerados pelo cenário socioeconômico da CT, como em função de uma mudança de visão sobre a natureza da Ciência e do seu papel na sociedade [...]” (SANTOS, 2011, p. 23). Apesar de não ter se originado no contexto escolar, esse movimento desencadeou diversas inovações educativas tendo como referência uma concepção social da ciência e da tecnologia (ACEVEDO DÍAZ, 1996; VON LISINGEN, 2004).

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

Seguindo os princípios da abordagem CTS, o objetivo do ensino de ciências é alfabetizar científica e tecnologicamente os indivíduos (FIRME, 2012; OSÓRIO, 2002; SANTOS e MORTIMER, 2002) capacitando-os para a resolução de problemas e tomada de decisão sobre questões da ciência e tecnologia na sociedade (BAZZO, 1998; MANASSERO *et al.*, 2001; PEREIRA *et al.*, 2021; SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2015).

A abordagem CTS se utiliza das temáticas sociocientíficas como uma ferramenta importante no desenvolvimento de habilidades e competências relativas à alfabetização científica e tecnológica (BEZERRA, 2018). Alguns temas que têm potencial para essa abordagem incluem: alimentos/alimentação, água, agrotóxicos, radioatividade, lixo, células-tronco, metalurgia, possibilitando mobilizar conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais, bem como elencar questões ambientais, éticas, políticas, dentre outras (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Dentre as temáticas citadas, a radioatividade possui grande potencial interdisciplinar com outras áreas do conhecimento, podendo ser utilizada para contextualizar os conhecimentos químicos, bem como ser adotada como eixo temático nos livros didáticos de química.

Em linhas gerais, para aprender sobre radioatividade é preciso considerar suas aplicações e implicações na vida humana. Pela lente da abordagem CTS o estudante deve ser capaz de reconhecer e avaliar o desenvolvimento científico e tecnológico sobre radioatividade e sua relação com a sociedade e vice-versa. Para isso, se faz necessário compreender sobre o histórico da descoberta das radiações, da radioatividade e de alguns elementos radioativos; sobre a fissão nuclear para produção de energia nuclear; aplicações da radioatividade nas indústrias alimentícias, na agricultura, nos maquinários, na datação de fósseis e rochas e na medicina. Além da interação da radioatividade com organismos vivos, com a saúde e meio ambiente, os acidentes nucleares que ocorreram na história da humanidade e reconhecer o papel de cientistas mulheres nessa área de conhecimento.

**Recebido em: 28/03/2023**

**Aceito em: 07/10/2023**

Esses cenários podem ajudar os estudantes a expressar pontos de vista acerca da radioatividade e tomar decisões para resolução de problemas, ponderando sobre vantagens e desvantagens relativas às aplicações tecnológicas desta temática na sociedade. Esse exercício se faz necessário porque a radioatividade “é um dos fenômenos físico-químicos de maior apelo em filmes, livros, desenhos, quadrinhos e outras manifestações da cultura moderna” (SILVA; SIMÕES NETO, 2012, p. 1), sendo associada muitas vezes a uma imagem negativa (PATRÍCIO; SILVA; MELO FILHO, 2012; RESQUETTI, 2013; SILVA, 2013; VASCONCELOS, 2016) com relação aos acidentes em usinas nucleares.

Viecheneski, Silveira e Carletto (2018) realizaram um estudo bibliográfico buscando identificar pesquisas que relacionam a abordagem CTS e livros didáticos na área de ciências para o período de 2010 a 2017. Eles encontraram no contexto de dissertações e teses somente a dissertação de Toquetto (2016) que investigou o livro didático de química para a temática “Vidros e metais”. Ampliando esse estudo para os trabalhos realizados até o ano de 2022, somente foi encontrada a dissertação de Sousa (2019) que investigou a temática “Estudo dos gases”, para a mesma relação do livro didático de química e a abordagem CTS. Nessa direção, Souza e Müller (2022) e Viecheneski, Silveira e Carletto (2018) destacam a necessidade de pesquisas que investiguem os livros didáticos de química e a abordagem CTS.

Este trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla desenvolvida em uma dissertação de mestrado, no âmbito de um programa de pós-graduação de ensino de ciências da região nordeste do Brasil, e centra-se na análise de livros didáticos (LD) de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018, sob a ótica de alguns pressupostos da abordagem CTS. Especificamente apresenta um recorte da dissertação com o objetivo de identificar e analisar os textos complementares (recursos didáticos) sugeridos para a temática radioatividade nos LD de química, com base em critérios voltados para a estruturação de materiais didáticos adequados à abordagem CTS (SANTOS, 2001).

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

É importante destacar que as obras aprovadas pelo PNLD 2018 apresentavam previsão de contemplar o triênio referente a 2018-2020, porém com a Lei nº 13.415/2017, que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabeleceu uma reforma na estrutura do ensino médio (que inclui uma série de mudanças para esta modalidade de ensino, como o aumento do tempo do estudante na escola, nova organização curricular com base na BNCC, dentre outras), por conta do tempo relativo ao período de adaptação das escolas para adotar as novas mudanças, o uso dessas coleções de 2018 se estendeu até as turmas que se formaram no ano de 2022, marcando essa transição histórico-pedagógica.

## **DESENHO METODOLÓGICO**

Quanto à abordagem de dados, esta pesquisa é de caráter qualitativo. Cardano (2017) enfatiza que pesquisas dessa natureza são marcadas pela interdependência entre o sujeito e o objeto, no qual o objeto não é um dado inerte e neutro, mas está carregado de significados interpretados pela subjetividade e lente teórica do pesquisador, com base no referencial teórico adotado na pesquisa.

No que se refere ao tipo de pesquisa, este estudo se caracteriza como pesquisa documental, que busca realizar uma análise de referências publicadas em meios escritos e eletrônicos (livros didáticos), em fontes diversas e dispersas, permitindo ampliar o entendimento dos objetos de pesquisa, extraindo e resgatando informações num determinado contexto histórico, social e cultural (FONSECA, 2002).

Situando o livro didático de química como objeto de investigação, a pesquisa documental de caráter qualitativo apresenta potencial para reflexões e análise acerca deste recurso que também possui natureza ideológica e política, e norteia a prática de um grande grupo de professores na realidade educacional brasileira.

O Guia de livros didáticos 2018 do ensino médio (BRASIL, 2017) destaca que para a maioria das obras aprovadas há a possibilidade do ensino de química com foco nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade com o objetivo de “fornecer

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

conhecimentos relevantes que possam servir de ferramenta cultural para o jovem participar ativamente da sociedade moderna, caracterizada, sobretudo, pela presença da ciência e da tecnologia” (SANTOS; MÓL, 2006, p. 7).

A escolha dos livros didáticos de química se deu pela importância das políticas de avaliação e distribuição gratuita pelo PNLD, que passou desde 1996 a serem avaliados periodicamente por uma equipe de professores e pesquisadores especialistas nas questões pedagógicas e dos conteúdos científicos (ECHEVERRÍA; MELLO; GAUCHE, 2019; ROSA; ARTUSO, 2019; SOUZA; BATINGA, 2022).

Dessa forma, os didáticos de química aprovados pelo PNLD 2018 e selecionados para a análise foram denominados de: (A, B, C, D, E e F).

- Livro A - *Química: ensino médio, v.3, 2. Ed. São Paulo: Ática, 2016;*
- Livro B - *Ser protagonista: química, 2º ano, 3. Ed. São Paulo: Edições SM, 201;*
- Livro C - *Vivá: química, v 3, Curitiba: Positivo, 2016;*
- Livro D – *Química, v.3., 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016;*
- Livro E - *Química cidadã, v.1, 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016;*
- Livro F - *Química: ensino médio, 3. ed. São Paul: Scipione, 2016.*

As coleções didáticas inscritas e aprovadas pelas editoras no processo avaliativo do PNLD compõem o Guia do livro didático (GLD) disponibilizado na internet pelo *site* do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Esse documento dispõe dos parâmetros e concepções adotados na avaliação dos LDs de química e seus critérios, que abrangem desde a legislação educacional brasileira até aspectos específicos do conhecimento químico e seu ensino. Com base nas avaliações, foram estruturadas resenhas completas para cada obra aprovada (SOUZA; BATINGA, 2022).

Recorremos às resenhas completas dos livros (A, B, C, D, E e F) presentes no guia do PNLD 2018 para identificar a localização da temática radioatividade e os conteúdos que a perpassam, como: desenvolvimento do modelo atômico, emissões naturais, leis das emissões radioativas, fissão e fusão nucleares, bem como identificar aspectos que se aproximam da abordagem CTS. Todos os livros atenderam a esses critérios, com exceção

**Recebido em: 28/03/2023**

**Aceito em: 07/10/2023**

do livro F. Pelas informações dispostas no guia, não foi identificado o termo radioatividade e seus conteúdos relacionados no livro F. Dessa forma, esse livro não foi considerado para análise.

Na etapa inicial da pesquisa foi realizada a identificação dos textos complementares (TCs) presentes em cada uma das obras analisadas. Elas apresentam esses tipos de textos em seções especiais, geralmente marcadas pela posição e pela formatação que são diferentes em relação ao texto principal. Alguns livros indicam esse recurso no sumário, como é o caso das obras C e D. Nos casos em que isso não ocorreu, fizemos uma leitura integral dos capítulos que contempla a temática analisada e os identificamos pela formatação (tipo e tamanho de letra, aparecimento em caixas ou seções de destaque) que difere do texto principal.

Após seleção dos textos (TCs) que seriam analisados, foi adotado para a análise critérios/categorias analíticas *a priori*, propostas por Santos (2001), que contemplam um conjunto de características/critérios para que materiais didáticos possam atender alguns dos objetivos da abordagem CTS no ensino de ciências, estando sistematizadas no quadro 1.

**Quadro 1** - Critérios que devem atender materiais didáticos CTS.

<b>Critérios/Categorias</b>	<b>Descrição</b>
1. Responsabilidade	O material desenvolve a compreensão dos alunos relativa à sua interdependência como membros da sociedade e agente responsável e parte do ecossistema da natureza.
2. Influências mútuas CTS	As relações da tecnologia, ciência e sociedade umas com as outras são claramente apresentadas.
3. Relações com as questões sociais	As relações dos desenvolvimentos tecnológicos e científicos com a sociedade são claramente estabelecidas no sentido de uma atenção dirigida.
4. Balanço de pontos de vista	O material apresenta um balanço de diferentes pontos de vista sobre questões e opções, sem necessariamente se esforçar por esconder a perspectiva do autor.

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

5. Tomada de decisões e resolução de problemas	O material propicia aos alunos a busca de soluções para problemas e desenvolvimento de competências de tomada de decisão.
6. Ação responsável	O material encoraja os alunos para que se envolvam em ações sociais coletivas e individuais depois de ponderarem sobre as consequências de valores e efeitos projetados por vários cenários e opções alternativas.
7. Integração de um ponto de vista	O material/recurso ajuda os alunos a se aventurarem para além do conteúdo específico, buscando considerações mais amplas de ciência, tecnologia e sociedade que incluam um tratamento da ética e valores.

**Fonte:** Santos, 2001.

É importante esclarecer que os textos complementares analisados não são necessariamente exclusivos de apenas uma categoria/critério. Em outras palavras, alguns textos apresentam características que se enquadram em mais de um critério. O mesmo acontece com as atividades sugeridas nos TCs pelos livros. Ressaltamos que não é a extensão ou o número de textos complementares que definem a presença da abordagem CTS, mas a complexidade dos temas tratados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando alcançar o objetivo deste trabalho, buscamos identificar e analisar os textos complementares presentes nos cinco livros didáticos de química para a temática Radioatividade, tomando por base alguns critérios de materiais/recursos didáticos CTS, segundo Santos (2001), que incluem: responsabilidade, influências mútuas CTS, relações com as questões sociais, balanço de pontos de vista, tomada de decisões e resolução de problemas, ação responsável e integração de um ponto de vista.

No total foram identificados 32 textos complementares presentes nos livros didáticos analisados que abordam conteúdos químicos relativos à temática radioatividade (tabela 1).

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

**Tabela 1** – Quantidade de textos complementares presentes nos livros didáticos de química (PNLD 2018).

Livros	Livro A	Livro B	Livro C	Livro D	Livro E
Quantidade de textos complementares	7	9	13	1	2

Fonte: Autores, 2022.

A seguir apresentamos a análise dos livros didáticos selecionados que foi organizada por categoria, segundo Santos (2001).

## RESPONSABILIDADE

Após a leitura detalhada dos cinco LDs sobre a radioatividade foi observado que apenas cinco dentre os 32 textos complementares incluem aspectos relativos à responsabilidade humana sobre a natureza, de forma a integrar os conteúdos químicos escolares dispostos nesta temática.

Dentre os cinco, discutimos um TC presente no livro A e outro no livro B, a seguir:

### Destinação de lixo nuclear preocupa participantes de seminário no Senado

**A** questão da destinação final do lixo nuclear no Brasil, que até hoje não foi resolvida, foi o principal tema em debate, na manhã desta terça-feira (27/10/2015). [...]

Conforme o físico Luiz Pinguelli Rosa, professor emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro e ex-presidente da Eletrobras, ainda não há no mundo uma solução definitiva para esse material, nem garantia total de segurança para o meio ambiente e para a população.

'No Brasil, esse material está armazenado no terreno dos reatores nucleares em Angra dos Reis. O problema é que é uma área com propensão a desabamentos', observou.

Os rejeitos de baixa e média radioatividade são guardados em depósitos provisórios ou permanentes. O grande problema está no lixo de alta radioatividade, como restos do combustível que move as usinas. Esse material, que leva milhares de anos para ter sua radioatividade reduzida, é armazenado provisoriamente em piscinas especiais localizadas próximas ao reator."

TORRES, Ribas Tércio. Disponível em: <www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/10/27/destinacao-de-lixo-nuclear-preocupa-participantes-de-seminario-no-senado>. Acesso em: 2 nov. 2015.

Você acabou de ler matérias sobre a falta de segurança de usinas nucleares e o destino do lixo atômico. Você sabe quais as consequências de um acidente nuclear como os de Chernobyl e Fukushima?

Fonte: Livro A, 2017, p. 261.

**Figura 1** – TC: A destinação de lixo nuclear preocupa participantes de seminário no Senado – Livro A.

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

Neste trecho observamos que ações responsáveis podem ser apresentadas por meio de denúncia. O TC em questão relata o receio de um especialista sobre a destinação do lixo nuclear no Brasil, fato que se agrava quando se relembra dos atrasos para inauguração das usinas Angra I e II, devido a ações judiciais que exigiam um plano de segurança em caso de acidente. Corroborando com esta evidência, Santos (2001) afirma que materiais didáticos CTS, os quais abordam a responsabilidade humana diante de fenômenos naturais que podem causar desastres ambientais e sociais, podem despertar nos alunos a compreensão de que eles são membros e agentes sociais ativos da sociedade e do ecossistema natural do qual fazem parte.

Na mesma linha, um TC do livro B promove a reflexão sobre a responsabilidade humana na relação com o bem-estar e a natureza, utilizando-se do cenário da produção de energia elétrica por meio de matrizes nucleares, conforme Figura 2.

7. Apesar de a quantidade de energia gerada nos processos de fissão nuclear ser uma grande vantagem no uso dessa fonte energética, também existem desvantagens em sua utilização. Entre elas está o lixo radioativo produzido durante o processo de obtenção de energia, além do risco de exposição da população a radiações de alto poder de penetração em caso de acidentes. Outras fontes energéticas também apresentam vantagens e desvantagens. Para saber mais sobre o assunto, faça uma pesquisa e elabore um quadro mostrando as vantagens e desvantagens do uso das fontes energéticas citadas nesta atividade.

**Fonte:** Livro B, 2016, p. 268.

**Figura 2** – Questão do TC: (Química e física) Energia nuclear – Livro B.

A questão diz respeito à atividade relacionada ao TC “Energia nuclear” indicado pela seção “Química e física”, que busca, a partir da solicitação de pesquisa e da construção de um quadro, discutir vantagens e desvantagens relacionadas à adoção de certa fonte energética. Com base nas Orientações Curriculares Nacionais (OCN) (BRASIL, 2006), consideramos que esta atividade pode aproximar o estudante das discussões acerca da radioatividade e estimular sua compreensão para o desenvolvimento de uma visão articulada do ser humano em seu meio natural e social como agente construtor e transformador da realidade, contribuindo para a tomada de decisão diante de problemas ambientais (SANTOS; MORTIMER, 2002).

*Recebido em: 28/03/2023*

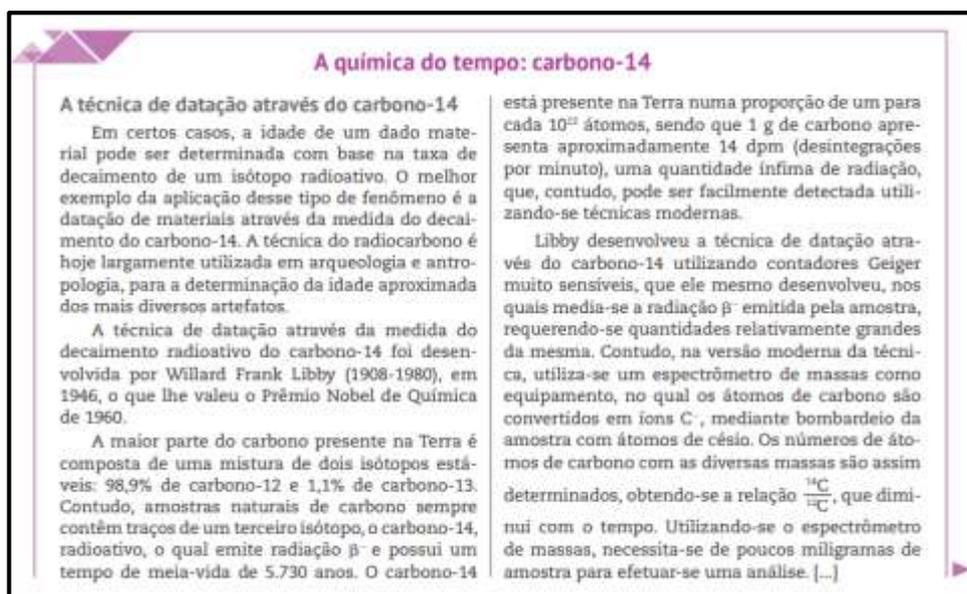
*Aceito em: 07/10/2023*

Consideramos que os dois TCs podem despertar a compreensão crítica dos alunos e a responsabilidade social perante as situações que retratam os usos da radioatividade no cenário brasileiro.

## INFLUÊNCIAS MÚTUAS CTS

Com relação às influências mútuas CTS foram identificadas quatro TCs no livro A, três no livro B, cinco no livro C e uma no livro D, totalizando 13 dentre os 32 disponíveis que envolvem a temática radioatividade nos cinco livros analisados.

Os TCs livros B e D, por exemplo, citam a utilização da técnica de datação por carbono-14, como mostrado na Figura 3 que representa o TC do Livro D:



Fonte: Livro D, 2016, p. 171.

**Figura 3** – TC: A química do tempo: carbono-14 – Livro D.

Nesse texto observamos que as influências mútuas CTS se apresentam articuladas aos conhecimentos mobilizados na medição dos valores de C14 e o conceito de meia-vida pelo período de semidesintegração desse isótopo radioativo (C) como produto da tecnologia de datação pelo radioisótopo do C14 (T) que promove o estudo de vestígios de matéria orgânica que estruturam a história da humanidade (S). Nesse sentido, concordamos com Firme (2012) quando discorre que a dimensão da ciência apresenta sua

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

natureza enquanto investigação científica e a tecnologia como estudo da técnica, entretanto, o contexto de aplicação na sociedade sinaliza os aspectos históricos da ciência e práticos da tecnologia relacionados às mudanças no mundo.

Os materiais didáticos CTS, nesse caso os TCs analisados, obedecem a esse critério por demonstrar relações de interdependência entre a Tecnologia (T), Ciência (C) e Sociedade (S) (SANTOS, 2001). Tal aspecto corrobora com Firme (2012) quando afirma que estas relações enfatizam a ciência e a tecnologia como campos distintos que se influenciam entre si na construção dos conhecimentos, promovendo modificações na forma de vida da sociedade, como também sofrem influências desta. Observamos que para todas as obras as inter-relações entre CTS são apresentadas por aplicações tecnológicas da radioatividade nos textos complementares.

A apresentação das aplicações tecnológicas da radioatividade nos textos complementares traz o ensino do conteúdo CTS e o conteúdo de ciências. Segundo Aikenhead (2023), ambos enriquecem a aprendizagem, ainda que por vezes seja priorizado algum aspecto CTS em detrimento do outro.

### **RELAÇÕES COM AS QUESTÕES SOCIAIS**

Observa-se que 13 TCs trazem relações com as questões sociais dentre os 32 presentes nos cinco livros de química analisados. O livro A apresenta três TCs, o livro B quatro e o livro C contém seis. Podemos identificar a utilização de questões sociais no contexto do acidente ocorrido em Fukushima e Chernobyl, observado no seguinte recorte do Livro A:

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

## RETOMANDO A NOTÍCIA



*A reportagem da página 261 fala sobre a falta de segurança de usinas nucleares e sobre o destino incerto do lixo atômico. Você sabe quais as consequências de um acidente nuclear como os de Chernobyl e Fukushima?*

O acidente nuclear de Chernobyl ocorreu em 26 de abril de 1986, no reator 4, durante um teste de rotina. Várias regras de segurança foram desrespeitadas e a reação em cadeia atingiu níveis incontroláveis. O sistema de circulação de água do sistema primário, responsável pelo resfriamento do núcleo do reator, foi interrompido, gerando um superaquecimento do reator, que criou uma verdadeira bola de fogo dentro do edifício da planta, resultando em uma explosão que destruiu sua cobertura (explosão térmica e não nuclear), matando 31 pessoas e provocando a evacuação de mais de 130 000 habitantes da região. Depois do acidente surgiram vários casos de câncer, principalmente na glândula tireoide de crianças. Chernobyl liberou para a atmosfera 400 vezes mais material radioativo do que a bomba atômica de Hiroshima.

Os quase 50 mil moradores da cidade de Pripyat, vizinha à usina, na Ucrânia, tiveram que deixar suas casas. O local permanece inabitável.

O acidente de Fukushima ocorreu em 11 de março de 2011, quando o Japão foi atingido por um terremoto de magnitude 9,0 na escala Richter, seguido de um tsunami com ondas acima de 10 metros.

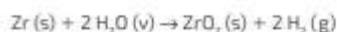
Os reatores de Fukushima são do tipo BWR (Boiling Water Reactor, ou reatores de água pressurizada).

Nos reatores BWR a água é o líquido refrigerador e também moderador, mas não está sob pressão, e ferve no reator. O vapor obtido passa diretamente da parte superior do reator para os turbogeradores.

O terremoto destruiu o acesso da usina às fontes externas de energia elétrica que mantinham o

sistema de refrigeração dos reatores em funcionamento. Imediatamente os geradores de emergência (que ficavam no subsolo, protegidos de desabamentos) foram acionados, e o controle foi retomado. Uma hora depois chegou o tsunami. A água invadiu a usina e danificou os geradores, desligando o sistema de refrigeração. A usina ainda contava com baterias de backup com 8 horas de duração, mas esse tempo não foi suficiente para o conserto dos geradores e, assim que a energia das baterias acabou, a temperatura dentro dos reatores começou a subir.

A 1200 °C ocorreu a reação do zircônio (que reveste as barras de combustível nuclear) com a água. Essa reação produziu gás hidrogênio.



O  $\text{H}_2 \text{(g)}$  provocou a explosão do prédio da usina.

Os técnicos continuaram tentando resfriar o reator bombeando água do mar com ácido bórico (que tem a propriedade de capturar nêutrons, moderando a reação de fissão), mas a situação ficou fora de controle. A temperatura no interior do reator ultrapassou a marca de 2800 °C, suficiente para fundir os cilindros de óxido de urânio (combustível nuclear). Essa temperatura fundiu as paredes de aço que protegiam o reator e deixou que uma quantidade imensa de elementos radioativos e seus produtos de decaimento vazassem para o ambiente.

Fonte: Livro A, 2017, p. 281.

Figura 4 – TC: Retomando a notícia (a reportagem da página 261) – Livro A.

O TC do livro A retoma a notícia que introduz o capítulo sobre o destino do lixo nuclear e a falta de segurança das usinas nucleares e discorre sobre as consequências dos acidentes em Fukushima e Chernobyl para a sociedade. De maneira similar, o livro C, na seção “Saiba mais” apresenta o TC “O acidente de Fukushima” (p. 257) para discorrer sobre o conteúdo que envolve o funcionamento do reator nuclear. Para esses livros, podemos perceber que a relação do desenvolvimento científico e tecnológico com a sociedade é retratada por meio do impacto que esses eventos nucleares tiveram nas pessoas e na natureza.

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

Em concordância com esses aspectos, Santos e Schnetzler (2015) destacam que a abordagem CTS no ensino de química parte da utilização de temas que carregam contradições sociais que exige dos estudantes posicionamento crítico, nesse caso específico as consequências ambientais e sociais oriundas do uso de tecnologias que envolvem a radioatividade. Para Santos e Mortimer (2002), as discussões das questões sociais englobam aspectos políticos, econômicos, históricos e filosóficos que possibilitam ao estudante uma melhor compreensão dos mecanismos de poder dentro de instâncias sociais que trabalham com o desenvolvimento de ciência e tecnologia.

Uma das possibilidades de trabalhar com a abordagem CTS no ensino de química é por meio do estudo de conteúdos científicos articulados às temáticas que envolvem questões sociais. Nos livros didáticos de química analisados observamos várias abordagens nos textos complementares que discutem o papel da mulher na ciência, por exemplo, o TC “Mulheres na ciência” (Livro C, p. 28), de acordo com fragmento a seguir:

Irène Joliot-Curie, filha de Marie e Pierre Curie, recebeu o Nobel de Química em 1935 pela descoberta da radiação artificial. Ela e o marido, também cientista, tiveram papel importante não apenas na ciência, mas político: durante a Segunda Guerra Mundial, atuaram na resistência francesa contra a ocupação nazista e na proteção de cientistas (Livro C, TC: Mulheres na Ciência, p. 28).

Além de alguns feitos de Irène Joliot-Curie, o texto resgata as contribuições de Marie Curie e Lise Meitner fortalecendo o papel da mulher na contribuição para a construção e desenvolvimento do conhecimento científico, espaço predominantemente dominado pelos homens. Além de tópicos como o lixo nuclear, geoprocessamento, radioquímica e descoberta da radioatividade, esse recurso didático, ao ser trabalhado pelo professor, pode tornar evidente a relação do desenvolvimento tecnológico e científico com a sociedade, levar os estudantes a compreenderem a relação da química com outras áreas do conhecimento, promovendo uma formação cidadã que priorize o exercício do julgamento crítico e político diante de situações reais (BEZERRA, 2018; SANTOS; SCHNETZLER, 2015).

## **BALANÇO DE PONTOS DE VISTA**

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

Diferentes olhares sobre uma mesma questão possuem papel central na abordagem CTS. Identificamos seis TCs com essas características nos cinco livros, sendo um TC indicado no livro A, dois no livro B e três no livro C. Um exemplo do balanço de pontos de vista é tratado no livro A, no TC “Compreendendo o mundo” (p. 285), observado no trecho a seguir:

O acidente de Chernobyl, por exemplo, só ocorreu porque as normas de segurança foram sendo desrespeitadas uma a uma sequencialmente, até que o fenômeno fugiu do controle. Na realidade, a falha de segurança de Chernobyl começou no projeto da usina: não havia envoltório de contenção de radioatividade como há em todas as usinas do Ocidente, inclusive nas do Brasil.

E se houvesse, teria feito alguma diferença?

Sim, provavelmente o vazamento de radioatividade teria ficado restrito à área da usina, como ocorreu no acidente na usina nuclear *Three-Mile Island*, na Pensilvânia, Estados Unidos, em 1979 (sete anos antes de Chernobyl)

(Livro A, TC: Compreendendo o mundo, p. 285).

O texto discute o acidente na Usina Nuclear de Chernobyl, especificamente sobre o conjunto de medidas de segurança que não foram seguidas e cumpridas satisfatoriamente desde o planejamento do projeto estrutural. De modo complementar, no decorrer do texto, a autora do livro A expõe sua opinião acerca do uso das tecnologias que se utilizam da radioatividade quando enfatiza que “é preciso conscientização, informação, vigilância, educação e preparo para prever problemas, não deixar que aconteçam, e para agir corretamente se acontecerem, de modo que se consiga reduzir os danos” (LIVRO A, p. 285). Assim, o balanço entre as vantagens e desvantagens do uso dessas tecnologias se faz necessária, considerando a abordagem CTS, visto que dentre um dos objetivos do ensino de química para formar o cidadão inclui “avaliar as implicações sociais decorrentes das aplicações tecnológicas da Química” (SANTOS; SCHNETZLER, 2015, p. 104).

Corroborando com Santos (2001), os textos complementares que apresentam o balanço de pontos de vista atendem ao critério de recurso didático adequado à abordagem CTS, sendo relevantes à medida que resgatam diferentes visões sobre uma mesma

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

questão, sem necessariamente se esforçar por esconder a perspectiva do autor. Além disso, de acordo com Santos, Mortimer (2002) e Solomon (1998) os diferentes pontos de vista sobre uma mesma temática/questão se aproximam da visão contemporânea de ciência, que reforça sua não neutralidade e afasta a crença do progresso humano como resultado fundamentalmente do progresso científico.

### TOMADA DE DECISÕES E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Para Santos (2001), os recursos didáticos que estimulam os alunos na busca de soluções para problemas e desenvolvimento de competências de tomada de decisão dialogam com os princípios de uma abordagem CTS. Contudo, entre os cinco livros analisados foram identificados seis TCs que propõem atividades que podem promover a resolução de problemas e tomada de decisão, sendo uma proposta em TC no livro B e cinco no livro C. Uma menção a esse critério no livro B pode ser evidenciada na atividade proposta pelo TC “Energia nuclear” (Figura 5).

### Energia nuclear

O Brasil obtém energia de diversas fontes. A matriz energética representa a quantidade de energia disponível para uso industrial, doméstico, agrícola, etc.

O quadro abaixo apresenta as principais fontes de energia no Brasil em 2015. Observe que as fontes renováveis, isto é, que podem ser repostas, não se esgotam com o passar do tempo e contribuem com 39,4% da energia do país. A média mundial de uso de fonte renovável é 13%.

A energia nuclear corresponde à menor parte da oferta energética brasileira (1,3%). Entretanto, essa fonte oferece grande quantidade de energia quando comparada às demais. Para entender essa diferença, veja a tabela ao lado, que compara diversas fontes de energia quanto ao seu poder calorífico (isto é, a quantidade de energia liberada na transformação).

Observe que a energia obtida pela combustão de gás natural, gasolina, carvão (hulha), carvão vegetal e etanol é menor do que a obtida pela fissão do urânio.

Material	Tipo de transformação	Poder calorífico (kJ/g)
urânio	fissão	$8,25 \times 10^7$
gás natural	combustão	54
gasolina	combustão	47
carvão mineral (hulha)	combustão	32
carvão vegetal	combustão	31
etanol	combustão	30

Fonte de pesquisa: USP Disponível em: <[http://www.usp.br/ambiental/combustao\\_energia.html](http://www.usp.br/ambiental/combustao_energia.html)>; Conselho Regional de Química – IV Região. Disponível em: <[http://crq4.org.br/defeult.php?posteo.php&to=quimica/iva\\_energia/nuclear](http://crq4.org.br/defeult.php?posteo.php&to=quimica/iva_energia/nuclear)>. Acesso em: 23 mar. 2016.

**5. Em sua opinião, por que a energia nuclear não é muito explorada no Brasil?**

Fonte: Livro B, 2016, p.267-268.

Figura 5 – TC: Energia nuclear – Livro B.

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

Esse texto discute sobre as fontes energéticas renováveis (biomassa, hidráulica e eletricidade, lenha e carvão vegetal e eólica) e não renováveis (petróleo e derivados, gás natural, carvão mineral e urânio) no Brasil. Além disso, é enfatizado que a energia nuclear corresponde à menor parcela da oferta da matriz energética brasileira, porém, destaca-se o poder calorífico dessa fonte de energia em relação às outras. Após essa apresentação, o estudante é levado à questão citada na Figura 5.

Para respondê-la, o aluno precisará mobilizar conhecimentos da química associados às suas implicações sociais relevantes, além das suas concepções éticas, ambientais, políticas, etc., para assumir um posicionamento crítico quanto a sua solução, representando sua capacidade de tomada de decisão para participar da resolução de problemas da sociedade (SANTOS; SCHNETZLER, 2015).

A presença de problemas da vida real que estimule a tomada de decisão em recursos didáticos, como os TCs, é fundamental na abordagem CTS quando se pensa na formação para o exercício da cidadania, "na proporção em que o cidadão deve buscar soluções genuínas para sua problemática e que as soluções dos problemas da vida real não possuem respostas prontas e acabadas" (SANTOS; SCHNETZLER, 2015, p. 120). Estes autores elencam algumas das características para a solução desse tipo de problema, as quais incluem: definição imperfeita do problema, alternativas múltiplas de resolução, caráter multidisciplinar, relação custo/benefício, julgamento posterior e conhecimento construído.

### **AÇÃO RESPONSÁVEL**

Esse critério foi identificado em quatro dentre os 32 textos complementares nos cinco livros analisados. Dessa vez, um TC é sugerido pelo livro A, enquanto que os demais (3) são apresentados no livro C.

Um representante deste critério no livro C é o texto complementar "Vírus Zika" (p. 35) apresentado a seguir:

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

**Vírus Zika**

Usar a radiação nuclear para eliminar ou reduzir a população do mosquito *Aedes aegypti*, que transmite o vírus Zika, será um dos temas centrais que o diretor-geral da Agência Internacional de Energia Atômica da Organização das Nações Unidas (AIEA), Yukiya Amano, apresentará a vários países em viagem pelas Américas que começa na segunda-feira [25/01/2016].

O vírus Zika está relacionado ao aumento de casos de microcefalia em bebês na América Latina.

“A tecnologia para a esterilização de insetos é muito eficaz na redução ou erradicação da população de mosquitos e outros portadores de doenças”, explicou Amano em entrevista na véspera de partir para o Panamá, primeira escala da visita de duas semanas pela região da América Central e México.

[...]

A esterilização nuclear de insetos já teve êxito contra a mosca tsé-tsé, na África, que transmite a chamada “doença do sono” em humanos e afeta também o gado.

O diretor da agência da ONU lembrou, no entanto, que a entidade ainda trabalha na aplicação desta técnica sobre os mosquitos transmissores de outras doenças, como o Zika, e advertiu que o problema “não será resolvido da noite para o dia”.

Além disso, será necessário combinar a esterilização dos mosquitos com outras técnicas e medidas [...].

EBC Brasil. Agência da ONU para energia atômica oferece tecnologia nuclear contra vírus Zika, 23 jan. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2016-01/agencia-da-onu-para-energia-atmica-oferece-tecnologia-nuclear-contr>>. Acesso em: 5 fev. 2016.

- O texto menciona a necessidade de combinar a esterilização dos mosquitos com outras técnicas e medidas. Sabendo que a dengue, assim como a chikungunya, são doenças causadas pelo mesmo vetor do vírus Zika, o *Aedes aegypti*, e que o método de prevenção do vírus Zika é o mesmo que o adotado para a dengue, proponha três ações individuais e três ações comunitárias para a prevenção dessas doenças.

**Fonte:** Livro C, 2016, p. 35.

**Figura 6** – TC: Vírus Zika – Livro C.

O texto discute sobre possibilidades para reduzir ou eliminar (a curto e longo prazos) a população do mosquito *Aedes aegypti*, que transmite o vírus Zika pela relação direta desse vírus com casos de microcefalia em bebês na América Latina, a partir da esterilização nuclear desse inseto. Na área da agricultura, a esterilização por radioisótopos é uma das possíveis aplicações da radioatividade, utilizando raios gama, além da marcação de insetos e de algumas substâncias químicas para entender seu ciclo na natureza.

A atividade relacionada a esse TC, “Vírus Zika” solicita aos alunos que proponham três ações individuais e três ações comunitárias para a prevenção desta doença. Partindo desse tema, e usando também este TC do livro C, o professor/a poderia adotá-lo em outras atividades norteadas pela abordagem CTS, como projetos em pequenos grupos cooperativos, realização de trabalhos em campo e a participação de especialistas nas aulas (ACEVEDO DÍAZ, 1996).

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

O relato deste TC do livro C corrobora com Santos (2001) ao afirmar que a ação responsável está presente no recurso didático quando busca encorajar os alunos ao envolvimento em ações sociais coletivas ou individuais após eles refletirem sobre as consequências dos valores e efeitos projetados pelos vários cenários e opções alternativas com relação a certo tema ou problema real. Uma leitura possível para um melhor entendimento sobre a ação responsável se dá pela adoção de estratégias e recursos didáticos adequados à abordagem CTS que promovam o balanço de pontos de vista, tomada de decisão e resolução de problemas diante de situações reais.

Santos e Mortimer (2002) mencionam que trabalhar competências e habilidades relativas à ação responsável é importante por possibilitar que alunos entendam o poder de influência que eles têm como cidadãos, levando-os a perceber o potencial em atuar em grupos sociais organizados, como centros comunitários, sindicatos e grupos de projetos escolares.

### **INTEGRAÇÃO DE UM PONTO DE VISTA**

Este critério prevê um olhar para além dos conteúdos programáticos que marca fortemente práticas que incorporam as ciências ao conteúdo CTS (no qual o conteúdo CTS é o foco de ensino e o conteúdo de ciências é mencionado, mas não ensinado sistematicamente) ou o próprio conteúdo CTS (o estudo de uma questão tecnológica ou social e o conteúdo científico é utilizado para indicar a vinculação com as ciências) (AIKENHEAD, 2023).

A integração de um ponto de vista, de acordo com as categorias de ensino CTS (AIKENHEAD, 2023), é a que mais aproxima as inter-relações da ciência, tecnologia e sociedade com foco no ensino. Na análise dos cinco LDs foram identificados oito dentre os 32 textos complementares propostos para a temática radioatividade para este critério/categoria. Dois estão presentes no livro A, um no livro B e cinco no livro C.

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

A título de ilustração, trazemos o TC do livro A intitulado “Segurança de usinas nucleares é questionada em seminário no Senado” (p. 261), que representa este critério no livro A.



Fonte: Livro A, 2017, p. 261.

**Figura 7** – TC: Segurança de usinas nucleares é questionada em seminário no Senado – Livro A.

O texto apresenta o relato de um engenheiro alemão especialista em segurança nuclear sobre os riscos inaceitáveis da produção de energia elétrica por matrizes energéticas nucleares, e sua visão acerca da reconstrução da estrutura da usina Angra II.

Este TC pode possibilitar aos estudantes fazer o julgamento crítico pautado na relação de aspectos do tema/conteúdo de Radioatividade com a C, T e S, incluindo a ética para compreender, reivindicar e se posicionar acerca dos riscos ambientais e falta de segurança da população próxima à localidade da usina que influenciam na qualidade de vida (SANTOS; SCHNETZLER, 2015). Além disso, recorreremos a Santos e Mortimer (2002) para argumentar que a discussão do TC em aulas de química pode oferecer aos estudantes uma compreensão mais integrada e ampla do conhecimento sobre radioatividade, perpassando por aspectos éticos, ambientais, políticos e de interesse econômico que se relacionam com a CTS.

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

Em geral, os textos complementares analisados dialogam com os conteúdos trabalhados, sejam introduzindo curiosidades, contextos de aplicação, figuras históricas, sugestões de leituras e filmes. No entanto, poucos foram os TCs que sugerem atividades para os estudantes. Entendemos que sua utilização seja importante para trabalhar com temas de natureza controversa como a radioatividade, a fim de provocar nos estudantes um balanço de pontos de vista e possibilitar ao professor o trabalho com estratégias de debates, resolução de problemas reais e projetos em grupos colaborativos.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho buscou identificar e analisar os textos complementares (recursos didáticos) sugeridos para a temática Radioatividade nos LDs de química aprovados no PNL D 2018, com base em critérios voltados para a estruturação de materiais didáticos adequados à abordagem CTS, segundo Santos (2001).

Das cinco obras analisadas, identificamos 32 textos complementares distribuídos nos cinco livros, sendo: sete do livro A, nove do livro B, treze do livro C, um do livro D e dois do livro E.

Os 32 textos complementares identificados nos livros analisados apresentam diferentes abordagens sobre as aplicações tecnológicas da radioatividade, bem como podem assumir diferentes aspectos em relação aos objetivos da abordagem CTS. Eles foram distribuídos por categorias da seguinte forma: Responsabilidade (5), Influências mútuas CTS (13), Relações com as questões sociais (13), Balanço de pontos de vista (6), Tomada de decisões e resolução de problemas (6), Ação responsável (4) e Integração de um ponto de vista (8).

Os resultados mostraram que as categorias Influências mútuas CTS e Relações com as questões sociais são os mais presentes nos TCs (13 de 32) analisados como recurso didático adequado para o trabalho com aspectos da abordagem CTS em aulas de química. Consideramos que o critério Ação responsável poderia se apresentar com maior representatividade nos textos complementares encontrados.

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

Além disso, a escassez de atividades relacionadas aos conhecimentos químicos mobilizados nos textos pode se apresentar como uma fragilidade. Consideramos que a resolução de problemas reais são atividades que podem ser sugeridas para o uso dos textos complementares sobre radioatividade, as quais podem propiciar uma reflexão fundamental no processo de alfabetizar científica e tecnologicamente os estudantes do ensino médio.

Esta pesquisa representa apenas um recorte temático da análise de livros didáticos de química do PNL D 2018. Portanto, as considerações apresentadas não representam a qualidade dos livros analisados como um todo no que diz respeito à abordagem CTS. Isso porque a presença desta abordagem não se restringe à extensão ou número de textos, mas, sim, a complexidade dos temas tratados. Além disso, os livros analisados marcam a transição entre os objetivos previstos nos documentos OCN, OCEN e a BNCC que regulamentam o novo ensino médio, por isso sua utilização ultrapassou o triênio previsto de 2018 a 2020 para o ano de 2022.

#### **AGRADECIMENTOS E APOIOS**

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e ao Núcleo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas, ambos da UFRPE, pelas contribuições e apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS**

ACEVEDO DÍAZ, J. A. Cambiando la práctica docente em la enseñanza de las ciencias através de CTS. **Borrador**, n. 13, p. 26-30, 1996.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.I.], v. 9, n. 1, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4005>. Acesso em: 24 mar. 2023.

AKAHOSHI, L. H.; SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. R. Enfoque CTSA em materiais instrucionais produzido por professores de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 124-154, set./dez. 2018.

*Recebido em: 28/03/2023*

*Aceito em: 07/10/2023*

BEZERRA, B. H. S. **Abordagem de questões sociocientíficas:** buscando relações entre diferentes modos de pensar e contextos em estudos sobre fármacos e automedicação no ensino de química. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Recife, 289 f., 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Parâmetros curriculares nacionais.** Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2002.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio:** ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2017.

CARDANO, M. **Manual da Pesquisa Qualitativa:** A contribuição da teoria da argumentação. 1ª ed. Petrópolis: Editora Vozes Ltda, 2017.

ECHEVERRÍA, A. R.; MELLO, I. C.; GAUCHE, R. O. PNLEM 2007: Marco histórico na Avaliação de Livros Didáticos de Química no Brasil. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco.** Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2019. p. 237-254.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Utilização de Textos de Divulgação Científica em Salas de Aula de Química. In: GIORDAN, M.; CUNHA, M. B. (Org.). **Divulgação Científica na Sala de Aula.** São Paulo: Unijuí, 2015, p. 131-159.

FIRME, R. N. **A abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino da termoquímica:** análise da construção discursiva de uma professora sobre conceitos científicos. Recife. 290 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-Graduação em Educação, 2012.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; LIMA, S. P. Considerações acerca da leitura em livros didáticos de química: uma análise a partir de textos complementares. **Educación Química**, v. 24, n. 2, 2013. P. 489-494.

LAIA, L. R.; MILLTIZ, R. A.; COMIOTO, T. **Um olhar sobre CTS:** análise dos livros didáticos de química do PNLD 2015. II Colóquio Luso-Brasileiro de Educação,

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

Joinville, SC, 2016, p. 393-405. Disponível em: <  
<http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/8355/6108>>. Acesso em  
18 maio 2022.

LIRA, S. H. M.; VASCONCELOS, F. C. G. C. **A temática Alimentos e os Livros Didáticos de Química:** análise dos recursos complementares. In: 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Recife, PE, 2020. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/eneqpe2020/246467-a-tematica-alimentos-e-os-livros-didaticos-de-quimica--analise-dos-recursos-complementares/>. Acesso em: 01/09/2023.

PATRÍCIO, M. C. M.; SILVA, V. M. A.; MELO FILHO, A. A. A radioatividade e suas utilidades. **Polêm!ca - Questões Contemporâneas - Revista eletrônica da UERJ**. v. 11, n. 2, p. 252-260, jan. 2012.

PEREIRA, L.; WOBETO, C.; JUNIOR, F.; ROSINKE, P. Termoquímica na perspectiva CTSa para o ensino de química por meio das TIC. **Revista Insignare Scientia – RIS**, v. 3, n. 5, p. 328-349, 18 dez. 2020.

RESQUETTI, S. O. **Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento CTS**. 2013. 281 p. (Tese – Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

ROSA, M. D.; ARTUSO, A. R. O uso do livro didático de ciências de 6º a 9º ano: um estudo com professores brasileiros. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 19, p. 709-746, 2019.

SANTOS, M. E. N. V. M. **A cidadania na “Voz” dos manuais escolares**. Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; **Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2006.

\_\_\_\_\_. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensino – Pesquisa em educação em ciências**. Belo Horizonte, v. 2, n.2, p. 1-22, dez. 2002.

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação Química**: compromisso com a cidadania. SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. (Org.), 4 ed. 160 p. ver. atual. Ijuí: Ed. Unijuí, 2015.

SEXTO JUNIOR, A.; BORGES, F. A.; LORIN, J. H. Abordagens da história da Matemática nos livros didáticos: que aspectos são enfatizados em pesquisas brasileiras? **Revista Insignare Scientia**, v. 6, n. 4, p. 121-141, 2023.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de Contextualização de Professores de Química na Elaboração de seus próprios Materiais Didáticos. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, 12(1), 2010, p. 101-108.

SILVA, F. C. V. **Resolução de uma situação-problema sobre radioterapia para construção de conceitos de radioatividade no ensino superior de química**. 2013. 115 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, F. C. V.; SIMÕES NETO, J. E. **A Radioatividade nos Livros Didáticos do Ensino Médio – Um Olhar Utilizando Elementos de Transposição Didática**. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui), Salvador, BA, Brasil, 2012.

SOUSA, I. C. **O livro didático e o Enfoque CTS**: possibilidades para o estudo dos gases no ensino médio. 2019. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

SOUZA, T.; MÜLLER, M. O enfoque CTS em livros didáticos brasileiros e em manuais escolares portugueses: uma revisão das publicações em eventos do Ensino de Ciências e Química. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 2, p. 451-466, 23 jun. 2022.

SOUZA, T. P.; MÜLLER, M. G.; GOMES, C. M. M. Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Química: uma análise exploratória dos livros didáticos brasileiros e manuais escolares portugueses. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 1, p. 354-376, 2022.

SOUZA, B. K. P. A.; BATINGA, V. T. S. A Perspectiva da Educação Ambiental Crítica em Livros Didáticos de Ciências dos Anos Finais do Ensino Fundamental, **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 349-363, 2022.

TOQUETTO, A. R. **Os temas “vidros e metais” em livros didáticos de química**: uma análise a partir dos estudos sociais da C&T. 2016. 199 f. Dissertação (Programa de Pós-

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023

Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

VASCONCELOS, F. C. G. C. **Estratégia FlexQuest®**: possibilidades para flexibilização do conhecimento. 1 ed. Curitiba: Appris, 2016.

VIECHENESKI, J. P.; SILVEIRA, R. M. C.; CARLETTO, M. R. Relações CTS em Livros Didáticos da Área de Ciências: Uma Análise das Pesquisas Realizadas no período de 2010 a 2017. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 257-278, 2018.

VON LINSINGEN, I. O enfoque CTS e a educação tecnológica: origens, razões e convergências curriculares. XI Congreso Chileno de Ingeniería Mecánica – Antofagasta. **Anais do COCIM**, v. 1, p. 1-11, 2004.

Recebido em: 28/03/2023

Aceito em: 07/10/2023