

SUBMETIDO 03/07/2022

APROVADO 06/09/2022

PUBLICADO ON-LINE 27/09/2022

PUBLICADO 10/07/2024

EDITORA ASSOCIADA

Gilmara Teixeira Barcelos Peixoto

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2022id7051>

ARTIGO ORIGINAL

Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) nos livros de ciências do ensino fundamental dos anos finais em escolas municipais da cidade de João Pessoa, Paraíba

 Raquel Pereira da Silva ^{[1]*}

 Maria de Fátima Camarotti ^[2]

[1] rakelpereiraa@gmail.com

Universidade Federal da Paraíba (UFPB),
João Pessoa (PB), Brasil

[2] fcamarotti@yahoo.com.br

Departamento de Metodologia da Educação,
Universidade Federal da Paraíba (UFPB),
João Pessoa (PB), Brasil

RESUMO: O livro didático (LD) continua sendo um recurso de grande importância, pois direciona e fundamenta a prática educativa. Nesse sentido, deve apresentar conhecimentos voltados à inclusão do aluno na sociedade, ao formar cidadãos capazes de compreender e discutir as influências da ciência e da tecnologia em seu cotidiano. Esta pesquisa objetiva identificar a ocorrência da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) nos livros didáticos de Ciências, do sexto ao nono ano. Fundamenta-se na metodologia qualitativa e na pesquisa bibliográfica. Analisou-se a Coleção Araribá mais Ciências, aprovada pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2020 e utilizada para o ensino de Ciências em escolas públicas municipais da cidade de João Pessoa-PB, nos anos finais do Ensino Fundamental. Interpretaram-se os dados através da Análise de Conteúdo (Análise Temática), que permitiu criar e identificar os núcleos de sentido da obra selecionada. Foram criadas quatro unidades de registro (UR): Construção do Conhecimento Científico, Produtos da Ciência e Tecnologia na Sociedade, Impactos Ambientais e Atitudes Individuais e Coletivas. Os resultados mostraram que para o sexto e sétimo anos destaca-se a UR Impactos Ambientais (39,0% e 34,2%, respectivamente), que vincula os impactos decorrentes das ações antrópicas no ambiente. Para o oitavo ano, predominou a UR Atitudes Individuais e Coletivas (31,5%). Para o nono ano teve destaque a UR Construção do Conhecimento Científico, com 38,0% de ocorrências. A coleção apresenta, em textos e atividades inseridos nas seções complementares, elementos relacionados à abordagem CTSA. É possível verificar a intenção de mudança na forma como são desenvolvidos os conhecimentos das Ciências, havendo necessidade de melhora principalmente na perspectiva de um aprendizado significativo para o educando assegurar a formação para a cidadania, voltada à alfabetização científica (AC) e às relações CTSA.

Palavras-chave: análise temática; ensino de ciências; livro didático; produção da ciência.

*Autor para correspondência.

Science, Technology, Society and Environment (STSE) in science textbooks for the final years of elementary school in municipal schools in the city of João Pessoa, Paraíba

ABSTRACT: *The textbook continues to be a resource of great importance, as it directs and grounds the educational practice. In this sense, it must present knowledge aimed at the inclusion of students in society, by forming citizens capable of understanding and discussing the influences of science and technology in their daily lives. This research aims to identify the occurrence of the Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach in Science textbooks, from sixth to ninth grade. It is based on qualitative methodology and bibliographic research. The Collection Araribá mais Ciências, approved by the 2020 National Textbook Program (PNLD) and used for Science Teaching in municipal public schools in the city of João Pessoa-PB, in the final years of elementary school, was analyzed. The data were interpreted through Content Analysis (Thematic Analysis), which allowed us to create and identify the nuclei of meaning of the selected work. Four registration units (RU) were created: Construction of Scientific Knowledge, Products of Science and Technology in Society, Environmental Impacts, and Individual and Collective Attitudes. The results showed that for both the sixth and seventh grades the RU Environmental Impacts (39.0% and 34.2%, respectively) stood out, linking the impacts resulting from anthropic action on the environment. For the eighth grade, the RU Individual and Collective Attitudes predominated (31.5%). While, for the ninth grade, the RU Construction of Scientific Knowledge stood out, with 38.0% of occurrences. The collection presents elements related to the STSE approach, in texts and activities inserted in the supplementary sections. It is possible to verify the intention of change in the way science knowledge is developed. Still, it needs to be improved, in the perspective of significant learning for the student ensuring STSE education, focused on scientific literacy (SL) of students.*

Keywords: *science production; science teaching; sustainability; textbook; thematic analysis.*

1 Introdução

O livro didático (LD), mesmo com a variedade de materiais didáticos e com os recursos tecnológicos disponíveis atualmente, continua prevalecendo como principal recurso de trabalho docente, fundamentando sua prática. Sobre o uso do LD, Krasilchik (2019, p. 65) aponta que “O livro didático tradicionalmente tem tido, no ensino de biologia, um papel de importância, tanto na determinação dos conteúdos do curso como na determinação da metodologia usada em sala de aula, sempre no sentido de valorizar um ensino informativo e teórico”. Representa, em muitas escolas públicas da Educação Básica, a única fonte de trabalho como material didático, norteando os estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Krasilchik (2019), o ensino de Ciências, ao possibilitar aos estudantes o contato com diferentes problemáticas e possíveis soluções, contribui para a tomada de decisões conscientes por esses estudantes, considerando não apenas a contextualização relacionada ao cotidiano, mas também a necessidade de uma educação em Ciências voltada para as relações e influências entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, como base para a formação do cidadão crítico e participativo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) evidenciam a necessidade de tornar a aprendizagem mais próxima do cotidiano do estudante, tendo em vista que “as teorias científicas, por sua complexidade e alto nível de abstração, não são passíveis de comunicação direta aos alunos do ensino fundamental. São grandes sínteses, distantes das ideias de senso comum” (Brasil, 1998, p. 26). Os PCN apontam, em suas diretrizes, que a Ciência seja compreendida como produção humana, que deve estar associada aos aspectos sociais, tecnológicos e ambientais (Brasil, 1998).

De acordo com os pressupostos presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), na Educação Básica, as Ciências da Natureza devem viabilizar ao educando o entendimento de saberes essenciais da área, a análise das características e processos biológicos e tecnológicos, além dos cuidados pessoais para a promoção e manutenção da saúde e do compromisso com a sustentabilidade ambiental. O documento destaca a importância do ensino articulado a diversos campos do saber, assegurando o “acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (Brasil, 2018, p. 322), desenvolvendo ao longo do Ensino Fundamental a Alfabetização Científica (AC). O termo Alfabetização Científica, adotado por Sasseron (2015), está diretamente ligado ao ensino das ciências, relacionando-se ao processo de investigação científica.

Cachapuz *et al.* (2011) defendem a necessidade da AC como parte da educação voltada a todos os cidadãos, com o propósito de possibilitar a participação nos processos de tomada de decisão. Os autores salientam a necessidade de resgatar aspectos históricos da produção científica, destacando a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Já para Chassot (2003, p. 91), “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza”. O autor acrescenta que a AC deve ser desenvolvida em todas as etapas do processo de escolarização. Por meio da AC, os estudantes compreendem o funcionamento da natureza e as transformações que nela ocorrem e, dessa forma, podem contribuir para a tomada de decisão que conduz à melhor qualidade de vida da sociedade (Chassot, 2003). Diante de tais considerações, entende-se que o ensino deve estar comprometido com a promoção da autonomia do educando, fornecendo recursos para que este possa agir com responsabilidade numa sociedade cada vez mais envolvida pela Ciência e Tecnologia. A abordagem da relação Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA) é capaz de contribuir para o desenvolvimento da AC do estudante. A discussão de questões sociocientíficas, como o uso de biocombustíveis e transgênicos, poluição, aquecimento global, entre outras, são preocupações do ensino de Ciências (Pérez, 2012) e do movimento CTSA, que busca conectar os problemas gerados pela sociedade ao enfatizar questões ambientais, aspirando à promoção da educação ambiental (Santos, 2008).

Para Vasconcellos e Santos (2007), as problemáticas ambientais estão cada vez mais presentes em nossa sociedade, sendo uma realidade com a qual o ser humano precisa conviver e implicando a necessidade de uma educação direcionada à temática ambiental, que contribua para a formação de sujeitos que busquem melhores condições sociais para a existência humana e a preservação da vida.

A abordagem CTSA tem como objetivo promover a tomada de decisões e o posicionamento crítico por parte do estudante, no entanto, isso apenas acontece com a participação ativa deste nas discussões de assuntos debatidos em sala, nas aulas de Ciências. Um novo conhecimento surge conforme o estudante amadurece seus próprios saberes, por meio da exploração prática do objeto de estudo e das relações feitas entre CTSA (Sasseron, 2015).

O ensino de Ciências sob a abordagem da tétrede CTSA tem como princípio assegurar ao educando o desenvolvimento da criticidade em relação aos riscos e impactos ambientais provocados pelo avanço científico e tecnológico em situações do dia a dia (Solbes; Vilches, 2004). Dessa forma, é fundamental “haver mais discussões sobre o conhecimento científico em uma perspectiva social” (Moreira; Aires; Lorenzetti, 2017, p. 5).

Um ensino voltado à educação CTSA tem o objetivo de formar cidadãos capacitados para avaliar o conhecimento científico e o desenvolvimento de atitudes e valores de participação social na busca da cidadania. Fernandes e Gouvêa (2020) afirmam que o ensino alinhado à perspectiva CTSA pode oferecer uma formação cidadã e desenvolver o pensamento crítico nos estudantes, contemplando também os saberes científicos.

Em sala de aula, essa perspectiva pode ser levada através do LD, tornando as aulas mais próximas do contexto social do estudante. Assim, para Penha e Maciel (2020), a integração das inter-relações CTSA nos LD é uma estratégia pedagógica que valoriza a formação crítica para o exercício da cidadania.

Partindo dessas informações, destaca-se a necessidade de um LD alinhado às novas perspectivas educacionais. Para tal, é necessário que o material didático utilizado pelo professor e pelo aluno auxilie a criar situações contextualizadas com a realidade deste último, aproximando seu cotidiano a aspectos relacionados à perspectiva CTSA.

Considerando a relevância do LD como instrumento norteador do processo ensino-aprendizagem, este trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) em uma coleção de livros didáticos de Ciências, dos anos finais do Ensino Fundamental, distribuída pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no ano de 2020 e adotada pelo município de João Pessoa, na perspectiva de promoção da cidadania, ao formar estudantes capazes de compreender o mundo, contribuindo para o desenvolvimento de uma postura crítica dos discentes perante os acontecimentos do seu cotidiano.

O artigo está dividido em cinco seções: além desta introdução, na seção 2, aborda-se a importância da ciência no processo ensino-aprendizagem numa abordagem CTSA. Na seção 3, são descritos a natureza da pesquisa, o método escolhido, os procedimentos utilizados para coleta e organização dos dados e os procedimentos da análise. Na seção 4 busca-se apresentar, comentar e interpretar os dados coletados na pesquisa. Por fim, na seção 5, descrevem-se as conclusões e considerações geradas a partir dos resultados obtidos.

2 Ensino de Ciências na perspectiva CTSA

Atualmente, vive-se em uma sociedade na qual os avanços do binômio ciência e tecnologia estão cada vez mais inseridos no cotidiano e abrangem diversos setores da sociedade: escolas, comércio, lazer, saúde, entre outros (Araujo; Vilaça, 2016). Assim, surge a necessidade de formar estudantes críticos e reflexivos sobre as implicações e impactos do desenvolvimento tecnológico.

Considerando o exercício da cidadania como um dos objetivos da educação, o ensino de Ciências deve ser exercido de modo a fornecer o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno compreender o mundo e atuar como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica, entendendo a Ciência como uma atividade humana associada a aspectos de ordem política, social, econômica e cultural e sendo capaz de identificar relações entre conhecimento científico, produção tecnológica e condições de vida no mundo, ao compreender os riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas (Brasil, 1998).

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiu como uma crítica à concepção segundo a qual o progresso científico e tecnológico se refletia no desenvolvimento do bem-estar da sociedade (Bazzo; Pereira; Linsingen, 2003). No âmbito educacional, os estudos CTS têm a finalidade de promover a alfabetização científico-tecnológica, com o objetivo de fazer com que os cidadãos percebam a ciência e a tecnologia como atividades humanas influenciadas pelo entorno sociocultural (Bazzo; Pereira; Linsingen, 2000).

Segundo Bazzo, Pereira e Linsingen (2000, p. 4), o movimento CTS ainda tem como objetivo favorecer “o compromisso a respeito da integração das mulheres e minorias, assim como o estímulo para um desenvolvimento socioeconômico respeitoso com o meio ambiente e equitativo com relação às futuras gerações”.

Por muitos anos, acreditou-se que o desenvolvimento científico e tecnológico não era influenciado por aspectos sociais e econômicos. Diante do agravamento de problemas ambientais decorrentes do referido desenvolvimento científico-tecnológico, a dimensão ambiental ganhou destaque nas discussões CTS. No campo educacional, esse movimento começou a refletir criticamente sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, levando à proposição de novos currículos para o ensino de Ciências, sobretudo a partir da década de 1970. Sabendo que o desenvolvimento científico e tecnológico causa impactos ambientais, a abordagem CTS incorporou o “A” e tornou-se CTSA, em alusão ao ambiente, visando à promoção da educação ambiental (Santos, 2008), ao trazer na pauta a dimensão socioambiental.

O objetivo central da educação CTSA, segundo Maestrelli e Lorenzetti (2017, p. 5), é “ampliar os mecanismos de participação, contribuindo para potencializar o processo de tomada de decisão, desenvolvendo nos alunos um senso de responsabilidade para os problemas sociais e ambientais, tanto atuais quanto futuros”. Para Santos e Mortimer (2000), a abordagem CTSA tem enfatizado a necessidade de tomada de decisões acerca de temas tecnológicos e científicos pela população, promovendo a AC dos educandos, pela qual são preparados para exercer ações sociais de forma responsável.

Para isso, o enfoque CTSA propõe uma abordagem interdisciplinar, voltada à superação da fragmentação disciplinar. Busca-se trabalhar com temáticas que permitam o diálogo entre diversas áreas do saber, contextualizadas com a realidade sociocientífica dos estudantes (Auler, 2007), prática fundamental para promover o entendimento do conhecimento como um todo, integrado, e não de forma compartimentalizada.

Diante disso, em relação ao ensino de Ciências, é necessário pensar em uma formação mais cidadã do educando, de maneira que o ensino a ele oferecido permita refletir sobre as aplicações dos conhecimentos científicos e das tecnologias na sociedade (Campos, 2010). Penha e Maciel (2020) apontam que a educação científica contribui para autonomia de pensamento e ação e possibilita a aprendizagem por meio da

investigação, do diálogo e do debate de ideias. Para isso, o ensino-aprendizagem deve ter como direção a AC (Krasilchik, 2019), na perspectiva de formar cidadãos críticos frente a questões científico-tecnológicas e ambientais. Silva e Lorenzetti (2020) corroboram essa concepção, afirmando que AC é fundamental para estimular o desenvolvimento de habilidades científicas que permitam aos alunos relacionarem conhecimentos de várias áreas do saber, identificando as suas implicações tecnológicas, sociais, culturais, econômicas e políticas.

Pires, Costa e Moreira (2022), ao realizarem um levantamento bibliográfico sobre a temática CTS no ensino de Ciências, destacam que sua inserção nas aulas pode favorecer o exercício da cidadania, aperfeiçoando o senso crítico dos estudantes, permitindo a superação da visão equivocada e ingênua sobre a construção da ciência e sobre as suas interações com a tecnologia e a sociedade. Segundo Fernandes e Gouvêa (2020), a inclusão de temáticas relacionadas a aspectos de cunho ambiental, político, moral e ético, buscando a integração aos conteúdos que estão relacionados com a ciência e a tecnologia, pode ser o ponto de partida para a promoção da criticidade no ensino de Ciências.

Debater situações que envolvam temas controversos e polêmicos – como, por exemplo, as pesquisas com células-tronco embrionárias, os alimentos transgênicos, a nutrição vegetariana/vegana, a clonagem, entre outros assuntos – contribui para que os estudantes compreendam seus impactos na sociedade e no meio ambiente (Genovese; Genovese; Carvalho, 2019).

Nessa perspectiva, o enfoque CTSA pode auxiliar o estudante a melhor compreender o mundo e auxiliar na adoção de uma postura crítica perante os acontecimentos do seu cotidiano. Desse modo, objetiva-se, com a pesquisa, identificar a ocorrência da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) nos livros didáticos de Ciências, do sexto ao nono ano, adotados nas escolas municipais de João Pessoa.

3 Método da pesquisa

Esta pesquisa caracterizou-se pela abordagem qualitativa e pelo método descritivo, utilizando-se de elementos teórico-metodológicos da pesquisa bibliográfica. Embora sejam procedimentos metodológicos distintos, possuem a mesma relevância na elaboração de uma pesquisa científica. Esta pesquisa teve como objeto de estudo os livros didáticos de Ciências.

Moreira (2004) destaca que a pesquisa qualitativa apresenta as seguintes características: i) foco na interpretação que os próprios participantes têm da situação sob estudo; ii) caráter subjetivo; iii) maior flexibilidade na condução da pesquisa.

Já a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de materiais publicados em livros, artigos, dissertações e teses. Segundo Lakatos e Marconi (2003), sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com todo material escrito, falado ou filmado sobre determinado tema, proporcionando uma nova forma de abordar o assunto.

Para realizar a análise dos dados, foi utilizada a análise de conteúdo, que, para Bardin, define-se como

Conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das

mensagens, indicadores que permitem a interferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2016, p. 42).

A análise de conteúdo de Bardin organiza-se em três etapas: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados, com a inferência e a interpretação. Por meio dessas etapas, objetiva-se descrever o conteúdo do material, fazer uma análise temática e interpretá-lo.

A análise temática proposta por Bardin (2016, p. 135) “consiste em descobrir os núcleos de sentidos que compõem a comunicação e cuja presença ou frequência de aparição pode significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido”. O tema é geralmente utilizado como unidade de registro para analisar conteúdos específicos, os quais é possível associar a determinada mensagem.

A análise realizada é orientada pelo estabelecimento das unidades de registro (UR) e das unidades de contexto (UC). A unidade de registro é entendida como unidade de significação a codificar, ou seja, é a unidade-base a ser categorizada (Bardin, 2016). A unidade de contexto, por sua vez, é a unidade de compreensão que corresponde ao segmento da mensagem e suas dimensões; é superior às unidades de registro e permite compreender a significação destas (Bardin, 2016).

A coleção analisada foi o Projeto Araribá mais Ciências, da Editora Moderna (Quadro 1), indicada pelo PNLD para uso nos anos de 2020 a 2023 e utilizada nas escolas públicas municipais de João Pessoa, estado da Paraíba.

Quadro 1 ►

Relação dos livros de Ciências analisados em relação à abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.
Fonte: dados da pesquisa

Obra	Ano	Referência
I	6º ano	Carnevalle, M. R. Araribá mais Ciências, 6º ano: ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Moderna, 2018a. 252 p.
II	7º ano	Carnevalle, M. R. Araribá mais Ciências, 7º ano: ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Moderna, 2018b. 272 p.
III	8º ano	Carnevalle, M. R. Araribá mais Ciências, 8º ano: ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Moderna, 2018c. 232 p.
IV	9º ano	Carnevalle, M. R. Araribá mais Ciências, 9º ano: ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Moderna, 2018d. 224 p.

Em um primeiro momento foi realizada uma leitura flutuante da coleção selecionada; assim buscou-se por palavras e seus contextos relacionados à abordagem CTSA, com a finalidade de estabelecer as unidades de contexto e registro. Após a leitura, foi elaborada uma lista de termos-chave (Quadro 2).

Quadro 2 ►

Termos-chave encontrados após realizar a leitura flutuante nos livros didáticos selecionados.
Fonte: dados da pesquisa

Descobertas	Antibióticos	Lixo
Divulgação científica	Biotecnologia	Agente modificador
Evidência	Desenvolvimento tecnológico	Atitudes
Fenômenos	Genética	Atividades humanas
Conservação	Ecosistema	Extinção
Contaminação	Efeito estufa	Recuperação ambiental
Desequilíbrio ecológico	Espécies	Reflorestamento
Filósofo	Manipulação genética	Atividade industrial
Hipótese	Máquinas	Consumo
Inventor	Medicamento	Cotidiano
Microscópio	Plásticos	Descarte incorreto
Observação	Transgênicos	Indústria
Pesquisas	Vacina	Interferência humana
Produção	Usinas	Saúde
Procedimentos	Tecnologia	Ser humano
Uso inadequado	Sustentável	Urbanização
Poluição	Preservação	Queimadas

Na análise temática, os temas foram sendo extraídos conforme se desenrolava a leitura flutuante. As ocorrências dos temas que iam surgindo foram categorizadas e esquematizadas. A partir da esquematização, foi realizada a contagem de frequência das UR estabelecidas. As UC, ilustradas no Quadro 3, foram classificadas em: produção da ciência; responsabilidade social; e qualidade do meio ambiente. As UR foram categorizadas em: construção do conhecimento científico; produtos da ciência e tecnologia na sociedade; atitudes individuais e coletivas; impactos ambientais (Quadro 4).

Quadro 3 ►

Categorização das Unidades de Contexto (UC) da Coleção Araribá mais Ciências do sexto ao nono ano.
Fonte: dados da pesquisa

Unidade de Contexto (UC)	Critérios
Produção da ciência	Compreende informações sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e sua aplicação na sociedade
Qualidade do meio ambiente	Relaciona os impactos ambientais resultantes das atividades humanas que afetam a saúde da população e a qualidade do ambiente
Responsabilidade social	Oportuniza o exercício da cidadania diante de problemáticas socioambientais

Quadro 4 ►

Categorização das Unidades de Registro (UR) da Coleção Araribá mais Ciências do sexto ao nono ano.
Fonte: dados da pesquisa

Unidade de Registro (UR)	Critérios
Construção do conhecimento científico	Compreende informações sobre a produção e a apropriação do saber científico
Produtos da ciência e tecnologia na sociedade	Contém informações sobre produtos e tecnologias aplicadas no cotidiano
Impactos ambientais	Relaciona as atividades antrópicas com a degradação ambiental e o prejuízo na qualidade de vida dos seres vivos
Atitudes individuais e coletivas	Tem como característica principal estimular mudança de valores e atitudes perante problemas socioambientais

4 Resultados e discussão

De acordo com as análises, foi verificado, na coleção Araribá mais Ciências, que a abordagem CTSA não se apresenta em grande quantidade nos conteúdos teóricos nem nas atividades propostas para serem realizadas com os estudantes. As obras contemplam em alguns pontos os princípios da abordagem CTSA; nesses pontos, os autores instigam a construção do conhecimento dos estudantes a partir da promoção de atitudes comprometidas com a sustentabilidade e o exercício da cidadania, conforme as orientações da BNCC (Brasil, 2018) para os anos finais do Ensino Fundamental, segundo as quais o ensino precisa explorar aspectos entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente e estimular nos estudantes a consciência dos valores éticos envolvidos nessas relações e a atuação social com respeito, responsabilidade e cooperação.

Os textos complementares apresentam atividades nas quais se observa a presença de elementos CTSA, como a discussão, o trabalho em grupo, o incentivo à elaboração de soluções para uma problemática e a divulgação de trabalhos com a comunidade. Alguns temas trabalhados nos LD são: descarte de materiais recicláveis, redução no consumo, representatividade feminina na ciência e bioética em testes experimentais. O ensino de Ciências, em uma perspectiva CTSA, valoriza uma educação centrada no desenvolvimento de competências e atitudes nos estudantes, como, por exemplo, senso crítico, resolução de problemas, aplicação do conhecimento científico e tecnológico em situações vinculadas ao cotidiano (Oliveira *et al.*, 2018).

As relações da abordagem CTSA com os objetos de conhecimento do ensino de Ciências são indicadas em exemplos da aplicação do conhecimento científico e tecnológico pela sociedade em seu cotidiano, ao se abordar Ciência e Tecnologia como solução para qualquer problema e transmitir a ideia de que o desenvolvimento dessas áreas traz melhor condição de vida à população. Na seção “Pensar Ciência” (Figura 1), em geral, a coleção didática incentiva a mudança de atitudes individuais e coletivas para minimizar problemas sociais e ambientais originados de ações humanas.

Figura 1 ▶
Seção Pensar Ciência.
Fonte: Carnevalle (2018c)





O debate sobre a velocidade máxima nas vias urbanas em todo o mundo

A Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS) pediu [...] que os prefeitos eleitos e reeleitos no Brasil considerem manter os limites de velocidade em vias urbanas iguais ou inferiores a 50 km/h.

Segundo a organização, cerca de 1 milhão de pessoas morrem em acidentes de trânsito a cada ano no mundo, enquanto a quantidade de feridos chega a 50 milhões. De acordo com a OMS, um dos principais fatores de risco é a velocidade excessiva ou inapropriada nas vias.

“Quanto maior a velocidade de um veículo, menor será o tempo que um condutor tem para parar e evitar um choque. O campo de visão do motorista também se reduz à medida que a velocidade aumenta”, disse o consultor de segurança no trânsito da representação da OPAS/OMS no Brasil, Victor Pavarino. “Se a velocidade aumenta 50%, a força do choque aumenta em bem mais que o dobro.”

Segundo o especialista, um pedestre tem 90% de chances de sobreviver a um choque com um carro a 30 km/h. Mas essa chance cai para menos de 50% em um impacto a 45 km/h e é de quase zero se o veículo estiver acima de 60 km/h.

[...]

No Brasil, o trânsito tira mais de 40 mil vidas por ano, o que corresponde a uma taxa superior a 22 óbitos por grupo de 100 mil habitantes, acima da média das Américas (15,9 por 100 mil habitantes), dos países de média e baixa renda

(20,1 e 18,3 por 100 mil habitantes, respectivamente) e mais que o dobro dos países de alta renda (8,7 por 100 mil habitantes), conforme recentes relatórios da OPAS e da OMS.

[...]

Em São Paulo, o número de mortes nas vias das marginais Tietê e Pinheiros caiu 32,8% em um ano, passando de 73 óbitos em 2014 para 49 em 2015, conforme dados da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET).

Fonte: ONU/BR. OMS pede que prefeitos eleitos no Brasil mantenham limite de velocidade de 50 km/h nas vias. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-pede-que-prefeitos-eleitos-no-brasil-mantenham-limite-de-velocidade-de-50-kmh-nas-vias/>>. Acesso em: 27 jul. 2018.



Após a redução da velocidade máxima permitida, o número de acidentes com mortes diminuiu nas marginais Tietê e Pinheiros, em São Paulo. (SP, 2015)

A coleção conta também com a seção “Entrando na rede”, a qual indica sites que trazem informações complementares aos assuntos abordados nas unidades temáticas, visando enriquecer os conhecimentos anteriormente estudados, além de fomentar a compreensão de que outros meios também são fontes de conhecimento, ampliando a visão crítica dos estudantes, sendo esse, portanto, um aspecto positivo observado nos livros da coleção.

Tabela 1 ▼

Análise da frequência das UR no livro do sexto ano da Coleção Araribá mais Ciência (Carnevalle, 2018a).
Fonte: dados da pesquisa

4.1 Análise temática no livro do sexto ano

A partir do resultado da análise temática, verificou-se 57 unidades de registros (Tabela 1). Como resultado desse levantamento, registrou-se que o tema que apresentou a maior frequência foi a UR Impactos Ambientais (39,0%), seguido da UR Construção do Conhecimento Científico (29,9%).

Unidade de Contexto (UC)	Unidade de Registro (UR)	Exemplos	Frequência	
			Absoluta	Relativa (%)
Produção da ciência	Construção do conhecimento científico	Em 1610, o italiano Galileu Galilei (1564-1642) apresentou evidências a refutar o modelo geocêntrico	17	29,9
	Produtos da ciência e tecnologia na sociedade	O GPS é amplamente utilizado em embarcações e aviões. Com o barateamento dessa tecnologia, ficou mais acessível também para os motoristas de automóveis	7	12,2
Responsabilidade social	Atitudes individuais e coletivas	Converse com seus colegas e, juntos, proponham ações que poderiam ser adotadas para todos os cidadãos visando contribuir para o processo de coleta de materiais recicláveis	11	19,3
Qualidade do meio ambiente	Impactos ambientais	A desatenção no descarte de pilhas e baterias pode resultar em diversas complicações, desde contaminação do solo e da água até doenças que podem afetar quem entrar em contato com o local onde esses materiais foram descartados incorretamente	22	39,0
TOTAL			57	100%

A UR Impactos Ambientais vem vinculada aos impactos negativos da ação humana sobre o ambiente. Ações como queimadas, desmatamentos e o descarte inadequado de resíduos sólidos podem levar à degradação ambiental ao poluir o solo e a água. O livro apresenta a possibilidade de conscientizar que o ser humano é parte integrante do ambiente e, portanto, é um agente modificador do meio (Guisso; Baiôco, 2016).

A UR Construção do Conhecimento Científico é observada em determinados capítulos, porém superficialmente, apenas com citações de nomes de cientistas autores de experimentos que possibilitaram o conhecimento hoje existente. Segundo Martins (2006), a inserção de aspectos históricos no LD de Ciências pode contribuir para a melhoria dos conhecimentos relativos à natureza da ciência, como a percepção da ciência como atividade humana influenciada pelas demandas da sociedade.

A unidade 3, em sua introdução (Figura 2), apresenta um texto sobre a UC Qualidade do Meio Ambiente e a UR Impactos Ambientais, reconhecendo a necessidade do uso racional da água no dia a dia. No decorrer da unidade, são abordadas informações sobre como o desperdício, o uso inadequado e a contaminação da água contribuem para que a disponibilidade desse recurso seja cada vez menor no planeta.

Figura 2 ▶

Texto sobre o uso responsável da água.

Fonte: Carnevalle (2018a)

USO RESPONSÁVEL DA ÁGUA

A água é um recurso natural fundamental para a vida. Porém, a disponibilidade de água doce, potável, é bastante limitada. Além de ser usada diretamente em muitas atividades do nosso cotidiano, ela é consumida em diferentes quantidades na produção de itens comuns no nosso dia a dia, o que nos leva à reflexão sobre o consumo responsável.

Tabela 2 ▼

Análise da frequência das UR no livro do sétimo ano da Coleção Araribá mais Ciência (Carnevalle, 2018b).

Fonte: dados da pesquisa

4.2 Análise temática no livro do sétimo ano

A partir da análise temática realizada, foram encontradas 35 unidades de registro (Tabela 2). Destacam-se os temas que apresentaram a maior frequência: a UR Impactos Ambientais (34,2%), seguida da UR Atitudes Individuais e Coletivas (31,4%).

Unidade de Contexto (UC)	Unidade de Registro (UR)	Exemplos	Frequência	
			Absoluta	Relativa (%)
Produção da ciência	Construção do conhecimento científico	Na Ciência, existem áreas especializadas em determinados assuntos, como a Biologia, a Matemática e a Astronomia [...], e suas descobertas, somadas, fazem o conhecimento humano avançar	10	28,5
	Produtos da ciência e tecnologia na sociedade	A tecnologia que emprega conhecimentos sobre os seres vivos [...] é denominada Biotecnologia. A produção de antibióticos, vitaminas, laticínios, vinagre e metano (combustível), por exemplo, é feita com o uso de bactérias	2	5,8
Responsabilidade social	Atitudes individuais e coletivas	Em grupo, elaborem materiais com o objetivo de informar as pessoas sobre os impactos que a queima de combustível acarreta ao meio ambiente e à vida das pessoas	11	31,4
Qualidade do meio ambiente	Impactos ambientais	A transmissão de várias doenças é favorecida pela forma como são realizadas as intervenções humanas no ambiente	12	34,2
TOTAL			35	100%

A UR Impactos Ambientais é apresentada em trecho pertencente aos capítulos da unidade 5 – “Relações ecológicas e ecossistemas brasileiros” –, que aborda aspectos sobre como os impactos causados a um ecossistema afetam populações e como o homem, como sujeito integrante do ecossistema em que vive, é influenciado por ele e o influencia, de forma que a alteração da qualidade ambiental é resultado da ação humana. Nessa UR excluem-se impactos provocados por fenômenos naturais. O consumo exagerado dos recursos naturais, a urbanização, a agricultura, a pecuária, a mineração e o desperdício de água são alguns exemplos de ações antrópicas que impactam negativamente o meio ambiente e a saúde da população, ocasionando a perda de habitats e da biodiversidade, o aumento de patógenos e as mudanças climáticas.

A UR Atitudes Individuais e Coletivas, que orienta os alunos para a prática da cidadania, é vinculada à responsabilidade social com o meio ambiente e a saúde humana. Nas UR identificadas, há o estímulo à reflexão e o desenvolvimento de ações e habilidades que incentivam a participação de toda a comunidade para a conservação ou a manutenção do meio ambiente de forma responsável.

A UC Responsabilidade Social e a UR Atitudes Individuais e Coletivas são as encontradas na atividade ilustrada pela Figura 3. A atividade tem o objetivo de envolver os estudantes em uma campanha de conscientização sobre o uso excessivo de carros e a emissão de poluentes. Propostas como essa favorecem a autonomia dos estudantes e os colocam na posição de propagadores do conhecimento para o bem individual e coletivo. Tomar decisões de forma responsável e atuar em sua realidade é um dos pressupostos defendidos pela abordagem CTSA no ensino de Ciências.

Figura 3 ▶

Atividade de conscientização sobre a adoção de meios de transporte menos poluentes.

Fonte: Carnevalle (2018b)

4. Organize em sua escola um dia com menos carros. Com a ajuda do professor, escolham um dia para que todos os funcionários, professores e alunos se desloquem até a escola de transporte coletivo, de carona, de bicicleta ou a pé. Façam uma campanha para conscientizar a comunidade escolar sobre a importância da adoção de alternativas menos poluentes. Anunciem o evento no site da escola e nas redes sociais e mobilizem os colegas, os familiares e os professores. Incentivem as pessoas a participar.

De acordo com Santos e Mortimer (2000, p. 136), a educação CTSA pode “desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões”, em especial, sobre problemas de importância social e ambiental.

A Figura 4 (próxima página) foi retirada do capítulo O domínio das Caatingas; nesse trecho são comentados os impactos negativos do desmatamento – associados, principalmente, ao processo de desertificação da região. O trecho exemplifica a UC Qualidade do Meio Ambiente e a UR Impactos Ambientais.

Figura 4 ►

Exemplo da UC Qualidade do Meio Ambiente e da UR Impactos Ambientais, na Caatinga.
 Fonte: Carnevalle (2018b)

Mais de 30% da paisagem natural da Caatinga já foi modificada. Atualmente, ocorre um processo intenso de **desertificação** em decorrência da substituição da vegetação natural por campos cultivados e pastagens, principalmente por meio de queimadas.

O desmatamento para extração de madeira, utilizada na produção de lenha e de carvão vegetal, e a retirada de argila para olarias também ameaçam esse bioma.

Tabela 3 ▼

Análise da frequência das UR no livro do oitavo ano da Coleção Araribá mais Ciência (Carnevalle, 2018c).
 Fonte: dados da pesquisa

4.3 Análise temática no livro do oitavo ano

A partir da análise temática realizada ao longo do livro Araribá mais Ciências do oitavo ano, foram encontradas 19 unidades de registro (Tabela 3). Com maiores registros de frequências, destacam-se as UR Atitudes Individuais e Coletivas (31,5%) e Produtos da Ciência e Tecnologia na Sociedade (26,3%).

Unidade de Contexto	Unidade de Registro	Exemplos	Frequência	
			Absoluta	Relativa (%)
Produção da ciência	Construção do conhecimento científico	O médico belga Andreas Vesalius [...] dissecou cadáveres durante anos, em Pádua, na Itália. Ele descreveu detalhadamente suas descobertas em <i>De Humani Corporis Fabrica</i> , publicado em 1543	17	29,9
	Produtos da ciência e tecnologia na sociedade	Pesquisas científicas para o desenvolvimento de um rim artificial que possa ser implantado em pessoas com problemas renais buscam eliminar a necessidade de hemodiálise, reduzir o tempo de espera por uma doação de órgãos e aumentar a qualidade e a expectativa de vida dos pacientes	7	12,2
Responsabilidade social	Atitudes individuais e coletivas	Troquem ideias sobre: deixar de tomar uma das vacinas previstas no calendário de vacinação brasileiro equivale a assumir um risco com responsabilidade	11	19,3
Qualidade do meio ambiente	Impactos ambientais	Quanto mais mercadorias adquirimos, mais embalagens vêm junto, mais recursos naturais consumimos e mais lixo geramos	22	39,0
TOTAL			57	100%

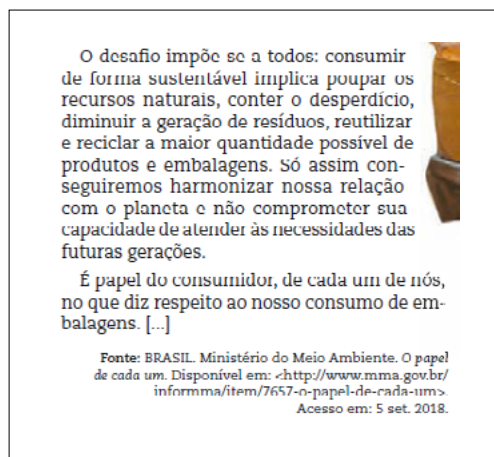
O LD traz a UR Atitudes Individuais e Coletivas em alguns trechos do texto e em atividades voltadas à formação do cidadão. Como nos outros livros da coleção, esse também apresenta a reflexão e mudança de postura diante de problemas sociais e ambientais nas atividades da seção “Atitudes para a vida”, ao final de cada unidade temática. Essas atividades, por instigar soluções para os problemas ambientais gerados, em parte, pelas ações do próprio homem, contribuem significativamente para a tomada de decisão e a resolução de problemas cotidianos.

Quanto à UR Produtos da Ciência e Tecnologia na Sociedade, o LD traz a ideia de que o desenvolvimento de artefatos técnicos está diretamente atrelado à Ciência, como sendo uma aplicação prática desta. Essa concepção passa a visão de certa neutralidade tanto do conhecimento científico como do conhecimento tecnológico, que são vistos como busca de melhorias para a humanidade, independente de aspectos políticos e sociais. É importante o material trazer o entendimento de que o desenvolvimento científico e tecnológico é influenciado pelo contexto histórico e social da época e que a produção de ambos causa impactos tanto positivos como negativos. Assim, os estudantes poderão compreender mais facilmente as relações que existem entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. A abordagem CTSA, segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009, p. 2), “busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar”.

A Figura 5 exemplifica a UC Responsabilidade Social e a UR Atitudes Individuais e Coletivas, trazendo o tema do consumo de recursos naturais. O fragmento envolve a contextualização com o cotidiano. Nele os alunos são instigados a refletir e analisar suas práticas de consumo e os impactos das suas atitudes no ambiente.

Figura 5 ►

Trecho extraído da seção “Atitudes para a vida” – UC Responsabilidade Social.
Fonte: Carnevalle (2018c)



O objetivo do ensino é possibilitar o posicionamento do aluno diante de situações sociocientíficas, cuja problematização, na abordagem CTSA, desenvolve no estudante uma visão ampla sobre o tema para que este possa fazer seus julgamentos (Akahoshi; Souza; Marcondes, 2018) e mudar atitudes e valores frente à situação problematizada.

4.4 Análise temática no livro do nono ano

No LD do nono ano, foram identificadas 29 unidades de registro (Tabela 4), distribuídas ao longo do texto principal, dos textos complementares, das imagens

Tabela 4 ▼

Análise da frequência das UR no livro do nono ano da Coleção Araribá mais Ciência (Carnevalle, 2018d).
Fonte: dados da pesquisa

e das atividades. Observa-se a predominância das UC Produção da Ciência e Responsabilidade Social. Em relação às UR, destacam-se Construção do Conhecimento Científico, com 38,0%, e Atitudes Individuais e Coletivas, com 31,0%.

Unidade de Contexto	Unidade de Registro	Exemplos	Frequência	
			Absoluta	Relativa (%)
Produção da ciência	Construção do conhecimento científico	Com o avanço científico, diferentes áreas do conhecimento buscam integração, reunindo saberes e propondo aplicações práticas para questões da atualidade, como a cura de doenças ou poluição ambiental	17	29,9
	Produtos da ciência e tecnologia na sociedade	Entre as cirurgias que podem ser feitas com laser estão as oculares e as cirurgias plásticas. A maior vantagem de utilizar o laser é a precisão na sua aplicação. Apenas áreas muito específicas são atingidas pela radiação eletromagnética que ele produz	7	12,2
Responsabilidade social	Atitudes individuais e coletivas	Façam uma pesquisa sobre os principais problemas ambientais em sua região e proponham iniciativas coletivas ou individuais para solucionar ou minimizar esses problemas	11	19,3
Qualidade do meio ambiente	Impactos ambientais	Muitas das atividades humanas impactam direta ou indiretamente nos ambientes naturais, prejudicando diversos seres e podendo causar desequilíbrios ecológicos	22	39,0
TOTAL			29	100%

O LD traz a UR Construção do Conhecimento Científico em trechos do texto do conteúdo teórico, nos quais é observada, em alguns capítulos, a citação de cientistas e de seus êxitos no desenvolvimento científico, o que permitiu a utilização do conhecimento existente, como pode ser visto no seguinte excerto:

As observações de Rutherford e de outros pesquisadores contribuíram para a elaboração de um novo modelo atômico, segundo o qual as partículas com cargas elétricas positivas, chamadas de prótons, ficavam no centro do átomo, formando um núcleo denso, enquanto os elétrons, de massa muito menor que a dos prótons, estariam girando em torno do núcleo, descrevendo órbitas na região conhecida como eletrosfera (Carnevalle, 2018d, p. 39).

Nas Figuras 6 e 7 identificam-se a UC Produção da Ciência e a UR Construção do Conhecimento Científico. O trecho ilustrado na Figura 6 tem como proposta realizar

uma reação química e observar a manutenção e a diminuição da massa na dissolução do comprimido efervescente em sistema fechado e em sistema aberto, respectivamente.

Figura 6 ▶

Experimento sobre conservação das massas – UC Produção da Ciência.
Fonte: Carnevalle (2018d)

VAMOS FAZER REGISTRE EM SEU CADERNO

A massa se conserva ou se altera em uma reação química?

Para esta investigação, vamos observar o que ocorre quando um comprimido efervescente é colocado em água.

Material

- 2 comprimidos efervescentes (vitamina C ou antiácido)
- Água
- 1 garrafa plástica de 1,5 L ou de 2 L com tampa
- 1 balança digital com precisão de 0,1 g

Procedimento

1. Coloque água até a metade da garrafa.
2. Com a balança, pese e anote a massa inicial do conjunto: garrafa com água, comprimido efervescente e tampa.
3. Coloque o comprimido na garrafa com a água e tampe-a imediatamente.
4. Após o término da reação, pese e anote a massa final do conjunto.
5. Repita todo o procedimento, mas agora sem tampar a garrafa.

Analisar e interpretar

1. Qual é o objetivo desta investigação?
2. Que resultado você espera observar nesta atividade prática? Justifique.
3. Explique os resultados obtidos nesta atividade prática.

Figura 7 ▶

Seção Pensar Ciência: história de Rosalind Franklin.
Fonte: Carnevalle (2018d)

PENSAR CIÊNCIA

A luta de uma cientista

Uma das mais importantes cientistas do século XX foi a química e biofísica inglesa Rosalind Franklin (1920-1958). Rosalind, com suas pesquisas nos anos 1940 e 1950, foi pioneira na compreensão do formato e do funcionamento da molécula de DNA, chegando a antecipar algumas concepções do Inglês Francis Crick e do estadunidense James Watson, considerados os "pais" do DNA.

Desde o princípio, Rosalind sofreu oposição à sua carreira. Seu pai não aceitava que uma mulher tivesse formação acadêmica. Por causa da mentalidade da sociedade da época, mulheres não eram bem-vistas nas áreas das Ciências. Assim, para despontar na carreira científica, ela teve de enfrentar a resistência da sociedade e de colegas cientistas.

James Watson, Francis Crick e Maurice Wilkins receberam, em 1962, o Prêmio Nobel por seus trabalhos com a molécula de DNA. Rosalind, que havia morrido de câncer no ovário quatro anos antes, aos 37 anos de idade, não foi sequer mencionada.



A experimentação ilustrada na Figura 6 aparece no capítulo de reações químicas. O professor poderá utilizá-la para introduzir os conceitos de proporcionalidade e conservação de massa, que serão abordados ao longo do capítulo. Dois aspectos positivos sobre a atividade são a possibilidade de executá-la dentro da sala de aula, sem a necessidade de que seja realizada em laboratório, e a utilização de materiais conhecidos e de fácil acesso, de maneira que os estudantes podem manusear esses materiais, o que contribui para uma maior participação nas aulas. De acordo com Silva, Silva e Silva (2015), quando a participação do aluno envolve a manipulação dos instrumentos e materiais, ele interage com o objeto de estudo, o que o torna protagonista do seu aprendizado.

Já o texto da Figura 7 traz informações relacionadas à história da Ciência, ao apresentar a biografia de Rosalind Franklin, cientista britânica responsável por parte das

pesquisas e descobertas que levaram à compreensão da estrutura da molécula de DNA. Destacam-se no texto as dificuldades enfrentadas por Franklin ao seguir carreira como cientista pelo fato de ser mulher e a ausência de reconhecimento por James Watson e Francis Crick no desenvolvimento do modelo do DNA.

A leitura do texto estimula a troca de ideias sobre a participação e a visibilidade feminina na Ciência, além de desconstruir o imaginário social segundo o qual a Ciência é feita por homens, promovendo a compreensão de que todos podem ser cientistas, independente do gênero. Para Macedo e Lopes (2017), a discussão de temas sociais, como, por exemplo, a representatividade feminina no universo científico, torna-se fundamental, visto que contribui para formar sujeitos capazes de intervir em estratégias públicas em torno da conquista de direitos e de compreender sobre os aspectos morais e éticos que se relacionam a essa questão. Segundo Kato, Silva e Santos (2016), o ensino de Ciências aliado à perspectiva CTSA pode favorecer o interesse dos alunos por assuntos científicos, despertá-los para a não neutralidade da ciência e para intervir na sociedade de maneira crítica e responsável.

5 Considerações finais

Por meio da análise da coleção didática Araribá mais Ciências, do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental, pode-se observar que as obras expressam uma linha de ensino voltada à abordagem CTSA. No entanto, aspectos relacionados a tal abordagem são trazidos em textos e atividades inseridos nas seções complementares, estando ausentes no corpo do texto principal e nos exercícios de verificação (inseridos após o conteúdo teórico); um exemplo desses aspectos é a formação para a cidadania, que é estimulada através da discussão de problemáticas e mudanças de atitudes em benefício próprio e da coletividade.

As obras apresentam questões referentes à produção científica e tecnológica, abordando em alguns capítulos os aspectos históricos e a articulação entre várias áreas para aprimorar um conhecimento ou artefato já existente. Apesar disso, falta destacar os diferentes interesses e diversos aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais que influenciam o desenvolvimento da Ciência.

O incentivo à discussão e ao trabalho em grupo, o estímulo à elaboração de soluções, a minimização de problemas e a comunicação dos saberes construídos com a comunidade são aspectos positivos observados na coleção. De maneira geral, esses elementos colaboram para a alfabetização científica dos estudantes.

É possível verificar a intenção de trazer aspectos relativos ao ensino com abordagem CTSA, preocupando-se em adequar o conteúdo às diretrizes curriculares. No entanto, é necessário aperfeiçoar alguns aspectos, como já mencionado, para que o aprendizado seja melhorado na perspectiva de assegurar a AC dos estudantes.

O livro, por ser um recurso importante no processo de ensino-aprendizagem, merece uma análise crítica, no que se refere à abordagem de ensino. Vale destacar que, para potencializar o aprendizado dos alunos, o professor deverá dispor de variadas estratégias de ensino, de modo que possa contextualizar o conteúdo com a realidade social local e atender às necessidades dos estudantes. Seria recomendável associar a abordagem CTSA ao uso de Metodologias Ativas, pois estas promovem a autonomia e o protagonismo do educando na aprendizagem. Como perspectiva para futuros trabalhos, fica a necessidade de se ampliar a pesquisa para abranger também outras obras didáticas oferecidas e entender as percepções dos educadores sobre a abordagem CTSA.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

AKAHOSHI, L. H.; SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. R. Enfoque CTSA em materiais instrucionais produzidos por professores de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 3, p. 124-154, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v11n3.6728>.

ARAUJO, E. V. F.; VILAÇA, M. L. C. Sociedade conectada: tecnologia, cidadania e infoinclusão. In: VILAÇA, M. L. C.; ARAUJO, E. V. F. (org.). **Tecnologia, sociedade e educação na era digital**. Duque de Caxias: UNIGRANRIO, 2016. Disponível em: http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/tecnologia,sociedadeeeducacaonaeradigital_011120181554.pdf. Acesso em: 10 set. 2022.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4960414/mod_folder/content/0/ENFOQUE%20CI%C3%A8ANCIA-TECNOLOGIASOCIEDADE.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. O que são e para que servem os estudos CTS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA (COBENGE), 2000, Ouro Preto. **Anais [...]**. Brasília, DF: ABENGE, 2000. Disponível em: <https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/19/artigos/310.pdf>. Acesso em: 10 set. 2022.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSINGEN, I. V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003. (Cadernos de Ibero-América). Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/walter/files/2023/06/1_Introduo_aos_estudos_CTS_Bazzo_et_al.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 7 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, DF: MEC, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 7 set. 2022.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAMPOS, F. R. G. **Ciência, tecnologia e sociedade**. Florianópolis: Publicações do IFSC, 2010. 85 p.

CARNEVALLE, M. R. **Araribá mais Ciências**, 6º ano: ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Moderna, 2018a. 252 p.

CARNEVALLE, M. R. **Araribá mais Ciências**, 7º ano: ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Moderna, 2018b. 272 p.

CARNEVALLE, M. R. **Araribá mais Ciências**, 8º ano: ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Moderna, 2018c. 232 p.

CARNEVALLE, M. R. **Araribá mais Ciências**, 9º ano: ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Moderna, 2018d. 224 p.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>.

FERNANDES, J. P.; GOUVÊA, G. A perspectiva CTS e a abordagem de questões sociocientíficas no ensino de ciências: aproximações e distanciamentos. **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35819/tear.v9.n2.a4460>.

GENOVESE, C. L. C. R.; GENOVESE, L. G. R.; CARVALHO, W. L. P. Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 15, n. 34, p. 5-17, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v15i34.6589>.

GUISSO, L. F.; BAIÔCO, V. R. M. A educação ambiental e o papel do educador na cultura da sustentabilidade. **Educação Ambiental em Ação**, n. 58, 2580, 2016. Disponível em: <https://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2580>. Acesso em: 7 set. 2022.

KATO, D. S.; SILVA, F. A. R.; SANTOS, F. C. Abordagem CTSA no Ensino de Ciências: Análises dos últimos anos dos encontros de Ensino de Ciências e Biologia no Brasil. **Revista da SBEnBIO**, n. 9, p. 738-750, 2016. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/8966>. Acesso em: 11 set. 2022.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edusp, 2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MACEDO, J. C. P.; LOPES, N. C. Discussão de gênero como questão sociocientífica. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ENPRQ, 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/34728954/Discussão_de_gênero_como_questão_sociocientífica. Acesso em: 17 set. 2022.

MAESTRELLI, S. G.; LORENZETI, L. As relações CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental: analisando a produção acadêmica e os livros didáticos. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 13, n. 26, p. 5-21, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v13i26.4308>.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A.; LORENZETTI, L. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 193-210, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v2n2.6825>.

MOREIRA, D. A. **O Método Fenomenológico na Pesquisa**. São Paulo: Pioneira, 2004.

OLIVEIRA, E. C.; GUERRA, C.; COSTA, N.; DEL PINO, J. C. Abordagem CTS em manuais escolares de Química do 10º ano em Portugal: um estudo de avaliação. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 891-910, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040006>.

PENHA, P. X.; MACIEL, M. D. Análise das atividades de aprendizagem dos livros didáticos de Ciências e o enfoque CTS. **REnCiMa – Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 69-84, 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/2669/1256>. Acesso em: 14 maio 2024.

PÉREZ, L. F. M. **Questões sociocientíficas na prática docente**: ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora UNESP, 2012. 360 p.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 49, n. 1, p. 1-14, 2009. DOI: <https://doi.org/10.35362/rie4912116>.

PIRES, E. A. C.; COSTA, E. P. S.; MOREIRA, A. L. O. R. Abordagem CTS no ensino de ciências: o que dizem as publicações acadêmicas sobre a formação inicial docente para os anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 2, p. 176-196, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p176>.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/27297895/Contextualiza%C3%A7%C3%A3o_no_ensino_de_ci%C3%A4ncias_por_meio_de_temas_CTS_em_uma_perspectiva_cr%C3%ADtica. Acesso em: 18 set. 2022.

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. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-32, dez. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SILVA, P. P. S.; SILVA, F. H. S.; SILVA, M. F. V. O construtivismo e a experimentação como tendências pedagógicas e metodológicas para o ensino de física moderna. **Interacções**, v. 11, n. 39, p. 430-444, 2015. DOI: <https://doi.org/10.25755/int.8750>.

SILVA, V. R.; LORENZETTI, L. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 46, p. 1-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046222995>.

SOLBES, J.; VILCHES, A. Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 337-348, 2004. Disponível em: <https://roderic.uv.es/handle/10550/36287>. Acesso em: 7 set. 2022.

VASCONCELLOS, E. S.; SANTOS, W. L. P. Educação ambiental em aulas de química: refletindo sobre a prática a partir de concepções de alunos sobre meio ambiente e educação ambiental. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p1098.pdf>. Acesso em: 7 set. 2022.