

O USO DE PLÁSTICOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS: UM ESTUDO DE CASO DO ENSINO DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS

THE USE OF PLASTICS AND ITS CONSEQUENCES: A CASE STUDY IN CHEMISTRY TEACHING WITH AN STS APPROACH

Jefferson Rodrigo dos Santos

Professor, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Rua Pedro Vicente, 625 - sala 346, Luz, São Paulo-SP, 01109010, jotars02@gmail.com

José Otavio Baldinato

Professor, Doutor em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Rua Pedro Vicente, 625 - sala 346, Luz, São Paulo-SP, 01109010, baldinato@ifsp.edu.br

Resumo

Apresentamos parte dos resultados de uma pesquisa de mestrado profissional, cujo objetivo era desenvolver uma abordagem didática que contemple os pressupostos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) nas aulas de Química. Selecionamos a questão sociocientífica “O uso de plásticos e suas consequências” e elaboramos uma sequência didática (SD) considerando o referencial dos três momentos pedagógicos proposto por Delizoicov. Desenvolvemos a SD junto a estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de São Paulo, onde um dos pesquisadores atua como docente. A coleta de dados ocorreu por meio de questionários, relatórios e anotações do diário de campo. Neste artigo, analisamos as percepções iniciais dos estudantes sobre implicações do uso de plásticos e buscamos indícios do amadurecimento dessas percepções ao longo da SD. A análise de conteúdo aplicada evidencia avanços nas dimensões conceitual e atitudinal da aprendizagem dos estudantes, que passaram a reconhecer a corresponsabilidade de fabricantes, governo e consumidores no gerenciamento de resíduos. Os estudantes também explicitaram reflexões sobre a presença excessiva de plásticos no cotidiano, mas a ausência de menções a contextos importantes, como construção civil e produtos descartáveis de uso médico, sugere que materiais essenciais estão tão incorporados à rotina que não são percebidos.

Palavras-chave: Contextualização. Ensino de Química. Plásticos.

Abstract

We present part of the results of a professional master's research, whose objective was to develop a didactic approach that contemplates the STS assumptions (Science, Technology and Society) in Chemistry classes. We selected the socio-scientific issue “The use of plastics and its consequences” and elaborated a didactic sequence (DS) considering the framework of the three pedagogical moments, as described by Delizoicov. The DS was developed with students in the first year of high school at a state school in São Paulo, where one of the researchers works as a teacher. Data collection took place through questionnaires, reports, and field diary notes. In this article, we analyze the initial perceptions of students about implications of the use of plastics and seek evince these perceptions enhancement throughout the DS. The applied content analysis shows advances in the conceptual and attitudinal dimensions of student learning as students began to recognize the co-responsibility of manufacturers, government, and consumers in waste management. They also expressed reflections on the excessive presence of plastics in everyday life. However, the absence of speeches about important contexts such as construction and disposable medical products suggests that essential materials are so incorporated into routine that they are not noticed.

Keywords: Contextualization. Chemistry teaching. Plastics.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apoia-se na concepção de educação como um processo permanente que resulta da consciência humana sobre a própria inconclusão, na perspectiva de que os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo, e a educação problematizadora favorece a emancipação (Freire, 1996a, 1996b). No contexto do ensino de ciências, encontramos nos pressupostos da Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) uma convergência com essa concepção freiriana, com potencial contribuição sobre a prática docente reflexiva e sobre a formação cidadã dos estudantes. A partir de uma abordagem que explore, explicitamente, as interconexões entre questões científicas, tecnológicas e sociais (Aikenhead, 1994), busca-se favorecer a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, conscientes e participativos (Santos & Schnetzler, 2015).

Julgamos importante que os estudantes da Educação Básica tenham oportunidade de aprender sobre ciências naturais de modo que não pareça alienado da realidade social, mas tal aprendizagem não é favorecida em aulas tradicionais, nem é estimulada por um currículo organizado apenas a partir dos conteúdos conceituais de cada disciplina. No entanto, a vinculação da ciência como elemento da cultura humana, que se integra às questões sociais, tecnológicas e políticas - como pressupõe o enfoque CTS - pode redirecionar o currículo (Santos & Mortimer, 2000). Valorizamos, portanto, o emprego das ciências naturais como recurso para ampliar as possibilidades de leitura do mundo.

Admitindo que o enfoque CTS visa que a aprendizagem de Ciências seja encharcada de realidade (Chassot, 2018), concordamos com os vários autores que apresentam as Questões Sociocientíficas (QSC) como estratégia para a materialização dos pressupostos CTS em sala de aula (Conrado & Nunes-Neto, 2018; Santos, Silva & Silva, 2018; Sá & Queiroz, 2018). Essa abordagem apoia-se na ideia de que as QSC favorecem a educação científica de viés emancipatório, que estimula o exercício da cidadania (Conrado & Nunes-Neto, 2018, p.11), assim como a problematização do ensino tradicional, na perspectiva de uma prática docente reflexiva, em que os conteúdos são definidos em consonância com a realidade, possibilitando a construção de uma concepção crítica do currículo (Pérez, 2012, p. 308).

As QSC são problemas ou situações controversas, cuja compreensão e busca de soluções envolve conhecimentos científicos. Sua transposição para a educação científica possibilita uma abordagem contextualizada de conteúdos interdisciplinares ou multidisciplinares, abrangendo aspectos culturais, econômicos e políticos (Conrado & Nunes-Neto, 2018).

É importante destacar que as QSC são abertas, admitindo diferentes posicionamentos (Ratcliffe & Grace, 2003; Sadler, 2004). Assim, um dos aspectos mais relevantes de seu uso didático é possibilitar que os estudantes exercitem a argumentação e o pensamento crítico, de modo que diversas perspectivas sejam contempladas, considerando que as soluções para os dilemas e problemas trazidos pelas QSC sofrem influência de fatores sociais, econômicos, políticos e éticos, entre outros (Bezerra & Amaral, 2019; Santos & Mortimer, 2009).

No contexto de um projeto de mestrado profissional em Ensino de Ciências, elaboramos uma sequência didática (SD), que explora a QSC “o uso de plásticos e suas consequências”, e a conduzimos junto a duas turmas de 1º ano do Ensino Médio de uma Escola que integra a Rede Estadual de Ensino de São Paulo. A temática foi selecionada por sua relevância na sociedade e sua inevitável presença no cotidiano dos estudantes, procurando agregar a perspectiva do professor/pesquisador proponente, considerando sua experiência profissional em segmentos da indústria química relacionados à produção de materiais a partir de polímeros. Acreditamos que, na perspectiva dialógica, característica do enfoque CTS, essa vivência contribui para o fortalecimento do debate e da reflexão.

Partimos do pressuposto de que as aulas de Química representam um espaço adequado para a construção de compreensões amplas sobre os plásticos, desde a cadeia produtiva até a de consumo, incluindo o descarte, suas características e variedades, a importância na sociedade e suas controvérsias, além das responsabilidades governamentais, empresariais, sociais e individuais.

As atividades envolvendo os estudantes foram desenvolvidas com utilização dos recursos disponíveis na unidade escolar, além de textos, vídeos e sites. A SD foi conduzida de modo a estimular a reflexão, a argumentação e a apreciação de diversos pontos de vista, considerando que a abordagem de QSC na perspectiva dialógica favorece a utilização de habilidades de comunicação, como verbalização, escuta e argumentação (Ratcliffe, 1998), possibilitando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e discursivas essenciais à construção do conhecimento e ao exercício da reflexão (Lourenço & Queiroz, 2020).

O objetivo central do projeto de mestrado do qual deriva este artigo era “desenvolver uma abordagem didática que contemple os pressupostos CTS nas aulas de Química” (Autor 1). Nesse sentido, aplicamos a SD elaborada a partir da QSC, visando contextualizar e ampliar, para os estudantes, os vínculos de seus conhecimentos químicos com aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais. No presente artigo, nosso objetivo é analisar falas e respostas escritas dos estudantes que participaram da SD, considerando suas percepções

iniciais sobre implicações do uso de plásticos e buscando indícios do amadurecimento dessas percepções ao longo da SD.

2. METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida tem caráter qualitativo, favorecendo reflexões dos pesquisadores como parte do processo de produção do conhecimento (Flick, 2009). Considerando a presença do pesquisador na situação investigada, assim como as perspectivas dos sujeitos envolvidos (Ludke & André, 2013), a pesquisa caracteriza-se como participante, possibilitando a interação entre pesquisador e participantes em um contexto social e histórico, na perspectiva dialética (Gil, 2008). Consideramos também a concepção de Yin (2001), para quem o estudo de caso é uma estratégia adequada para pesquisas voltadas a fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real e, na coleta de dados, a observação participante apresenta o ponto de vista de “dentro”, possibilitando um retrato “acurado” do fenômeno estudado (Yin, 2001, p. 116)

A parte prática do estudo foi realizada em uma escola da rede estadual de São Paulo vinculada ao Programa de Ensino Integral (PEI), envolvendo estudantes de duas turmas do 1º ano do Ensino Médio regular. A proposta alinha-se aos temas do primeiro bimestre letivo, considerando o currículo oficial do Estado de São Paulo (2020), que trata de: Materiais – propriedades e usos; transformações na natureza e nos processos produtivos; benefícios e impactos ambientais.

Os participantes desenvolveram as atividades propostas em uma SD, cuja elaboração levou em conta o referencial dos três momentos pedagógicos, proposto por Delizoicov (2001) com base na concepção freiriana de educação dialógica e problematizadora. Esses três momentos pedagógicos são denominados: (1) problematização inicial; (2) organização do conhecimento; e (3) aplicação do conhecimento.

No primeiro momento são apresentadas situações reais cuja interpretação envolve conhecimentos científicos e os estudantes são estimulados a explicitar suas percepções sobre o tema. O professor tem função coordenadora e, a fim de compreender os posicionamentos dos estudantes, procura problematizar as percepções expostas, lançar dúvidas e fomentar discussões, mais do que responder e fornecer explicações (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2002, p. 200). O objetivo desse momento é favorecer o distanciamento crítico do estudante na interpretação das situações propostas. Nesse sentido, a problematização contribui para que o estudante sinta necessidade da aquisição de conhecimentos que ainda não detém (Ricardo, 2010, p. 42).

No segundo momento, de organização do conhecimento, os estudantes têm oportunidade de ampliar os conhecimentos científicos, estudando sob orientação do professor, que procura desenvolver a conceituação científica por ele identificada como necessária para a compreensão das situações problematizadas. É neste momento que as atividades didáticas como resolução de problemas e exercícios podem exercer sua função formativa (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2002, p. 201).

No terceiro momento, de aplicação do conhecimento, busca-se favorecer que os estudantes se apropriem dos novos saberes, utilizando-os tanto na interpretação das situações que motivaram seu estudo, quanto em outras situações de sua vivência. É importante ressaltar que o terceiro momento não corresponde à avaliação, que compreendemos como um processo que permeia todo o percurso de ensino e aprendizagem. Mais do que resolver qualquer problema proposto nas atividades didáticas, a meta é que os estudantes empreguem os conhecimentos, articulando a conceituação científica com situações reais (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2002, p. 202).

As atividades da SD foram coordenadas por um dos pesquisadores, que atua nessa escola há sete anos como professor efetivo de Química, e ocorreram entre os meses de março e abril de 2022, em dois encontros semanais de noventa minutos, durante cinco semanas, totalizando dez encontros. Para isso, foram utilizadas as aulas regulares de Química e aulas destinadas ao Itinerário Formativo de Tecnologia e Inovação, fazendo uso do laboratório de Ciências e de salas de aula convencionais. O descritivo completo da SD foi publicado como Produto Educacional derivado do projeto de mestrado e se encontra disponível no site do grupo de pesquisa.¹

A coleta de dados ocorreu por meio de questionários, relatórios e registros escritos da participação dos estudantes nas atividades propostas, além das anotações de campo realizadas pelo professor pesquisador ao final de cada encontro e em momentos pontuais das atividades, incluindo observações das devolutivas referentes às atividades e das interações e falas dos estudantes durante as discussões. Tais anotações têm caráter descritivo, procurando retratar o contexto da pesquisa, os participantes, suas falas e ações, além do aspecto reflexivo, que envolve o ponto de vista do pesquisador (Bogdan & Biklen, 2003).

A condução da parte prática da pesquisa se deu após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 53308321.00000.5473). Realizamos a análise do conteúdo a partir do referencial de Moraes (1999), considerando as seguintes etapas:

¹ Link suprimido nesta versão do artigo para preservar a identificação dos autores.

- a) Preparação das informações, a partir da leitura abrangente do material coletado, a fim de verificar sua representatividade e alinhamento aos objetivos da pesquisa, com posterior atribuição de um código para cada elemento da amostra, possibilitando sua rápida identificação para possíveis retomadas. Nesta etapa, realizamos leitura do material coletado e, considerando as atividades propostas na SD, separamos as devolutivas dos estudantes que entregaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) devidamente assinado, constituindo o corpus da análise.
- b) Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades, etapa de definição de unidades de análise, que podem ser palavras, frases, temas ou o documento integral; implica reler o material, identificando e codificando cada unidade de análise, com o objetivo de definir as unidades de contexto a serem interpretadas. A fragmentação do material possibilita a análise de aspectos significativos aos objetivos da pesquisa e consequente aprofundamento na compreensão dos dados. Neste trabalho, as unidades definidas são frases nas quais os estudantes expressam relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, assumindo também a dimensão Ambiental implícita na abordagem CTS.
- c) Categorização ou classificação das unidades em categorias, etapa de agrupamento dos dados por pontos de semelhança, o que leva à sua redução, favorecendo a discussão e compreensão. Para Moraes (1999, p. 06), “as categorias necessitam ser válidas, pertinentes ou adequadas”. Além disso, cada conjunto de categorias deve ser exaustivo, possibilitando a inclusão de todas as unidades de análise com um único princípio ou critério de classificação, o que garante a homogeneidade.
- d) Descrição, etapa de comunicação do trabalho, por meio de tabelas e quadros, conforme os níveis de categorização definidos (Moraes, 1999, p. 08).
- e) Interpretação, que consiste em superar a descrição, buscando a compreensão aprofundada por meio de inferências e da interpretação das informações.

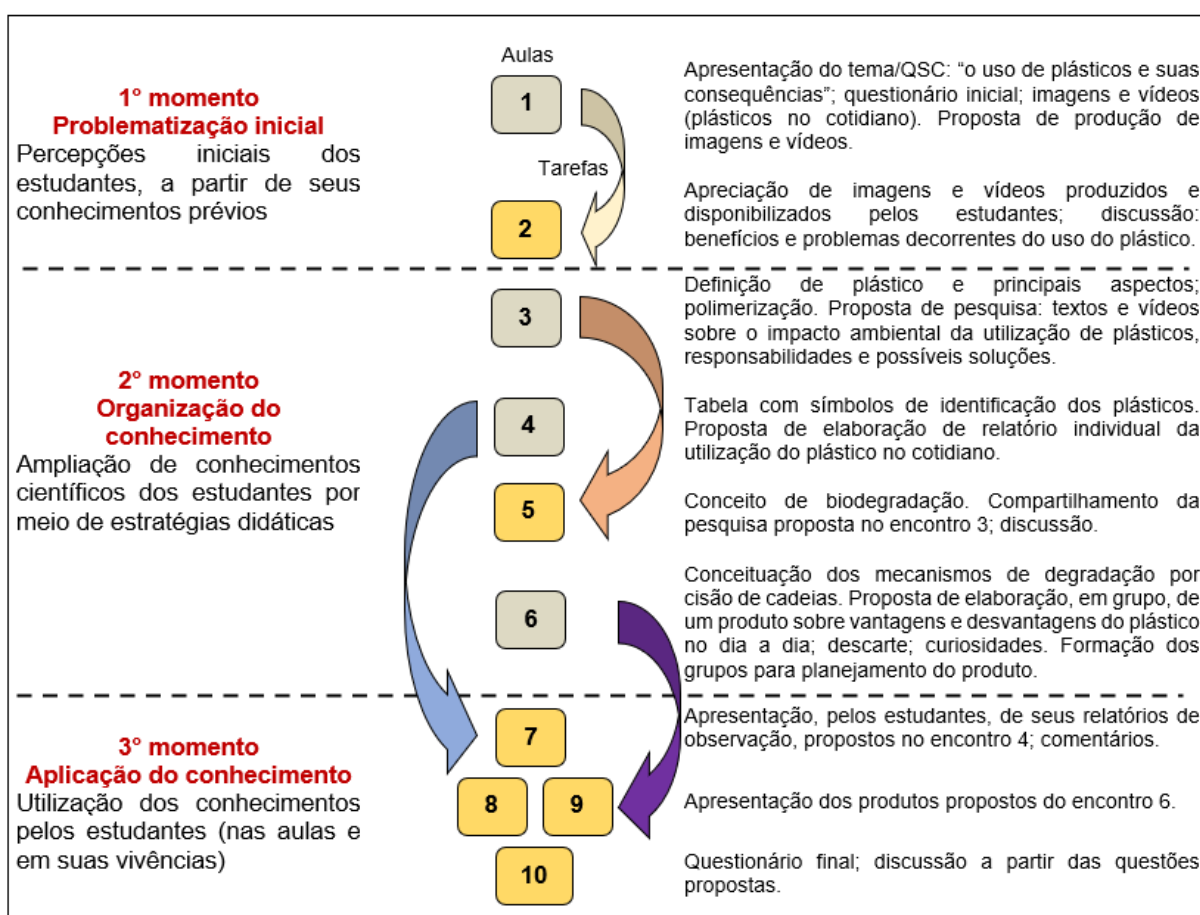
A aplicação dessas etapas da análise de conteúdo permite a apreciação de dados qualitativos de modo claro e sistemático, explicitando relações de semelhança ou dissensão nas respostas escritas e nas falas dos participantes da pesquisa.

As atividades da SD foram realizadas por 53 estudantes no total. Destes, 33 formalizaram o consentimento para ter suas respostas analisadas nesta pesquisa. Como não pretendemos comparar as duas turmas, consideramos os 33 participantes da pesquisa como um grupo único, sendo 20 de uma turma e 13 da outra. A fim de preservar a identidade desses

estudantes, os participantes foram codificados com numerais, de 1 a 33, em ordem aleatória, e serão tratados apenas desta forma neste artigo.

A Figura 1, abaixo, esquematiza a organização geral da SD. Ressaltamos que as etapas indicadas nesta figura fazem referência aos três momentos pedagógicos (Delizoicov, 2001), e cada aula corresponde a um encontro de 90 minutos com a turma. Em síntese, nos encontros 1 e 2 prevalecem as percepções iniciais dos estudantes. Nos encontros 3 a 6, busca-se sistematizar o seu contato com conceitos e procedimentos das ciências que aprofundam a leitura da QSC, esperando que nos encontros 7 a 10 os estudantes apresentem novas percepções, a partir das aprendizagens desenvolvidas.

Figura 1 – Organização da SD: três momentos pedagógicos (Delizoicov, 2001).



Fonte: Os autores.

As atividades envolveram a atuação individual e coletiva dos estudantes na apreciação de fotografias e vídeos, realização de leituras, pesquisas, discussões, produção de relatórios e socialização de aprendizagens. Tal diversidade visava possibilitar aos estudantes recorrerem a conhecimentos de outras áreas, além de exercitar a criticidade e a interação dialógica,

aspectos relevantes da abordagem por QSC na perspectiva de educação científica contextualizada (Dionor *et al.*, 2020, p.217), que favorece a apropriação de conceitos científicos e a reflexão sobre aspectos sociais e tecnológicos envolvidos.

A partir das devolutivas às atividades desenvolvidas nos encontros 1, 2, 5 e 7 da SD, que consideramos significativas para os objetivos da pesquisa, delineamos o percurso da análise de conteúdo. Considerando as relações estabelecidas pelos estudantes entre conhecimentos científicos e aspectos sociais, tecnológicos, políticos e ambientais ligados ao uso de plásticos e suas consequências, evidenciadas em respostas escritas e falas, definimos os focos de análise sumarizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Focos de análise.

Foco	Descritor
1. Percepções iniciais (Encontro 1)	A partir de respostas a questionário proposto na SD, percepções iniciais (ideias prévias) dos estudantes sobre o uso de plásticos e suas consequências.
2. Presença de plásticos em diferentes contextos (Encontro 1)	Percepções dos estudantes resultantes da análise de imagens selecionadas pelo professor sobre a presença de plásticos em diferentes contextos.
3. Benefícios e problemas do uso de plásticos (Encontro 2)	Percepções expressas em discussão sobre os benefícios e problemas decorrentes do uso de plásticos, a partir da apreciação de slides com imagens disponibilizadas pelos estudantes sobre situações positivas e negativas relacionadas aos plásticos no cotidiano.
4. Fatores que favorecem impacto socioambiental decorrente da utilização de plásticos (Encontro 5)	Percepções dos estudantes expressas a partir da apresentação de pesquisas de textos, vídeos e fotografias referentes ao impacto socioambiental decorrente da utilização de plásticos.
5. Utilização de plásticos no cotidiano (Encontro 7)	Percepções dos estudantes resultantes da observação e relatório da própria utilização de plásticos no cotidiano.

(Fonte: Os autores).

Neste trabalho, que traz um recorte da nossa pesquisa, selecionamos partes representativas do percurso da análise de conteúdo que contemplam os focos 1, 4 e 5.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2, apresentamos as categorias propostas para agrupar as percepções iniciais expressas pelos estudantes, a partir de seus conhecimentos prévios, coletadas por meio de questionário inicial, como parte do primeiro momento pedagógico.

Quadro 2 – Percepções iniciais.

Categories	Subcategories	Total	Estudantes	Exemplos	
Utilidade dos símbolos que aparecem em potes e embalagens plásticas	Orientação sobre uso adequado	11	14, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 29, 30, 32, 33	“O símbolo indica o nível de toxicidade, ele fala com que material o produto é feito e para o que pode ser utilizado.” (17)	
	Orientação sobre descarte adequado	33	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	“Ajuda a descartar de forma correta para fazer a reciclagem.” (2)	
De que maneira deve ser feito o descarte de objetos e embalagens de plástico	Coleta seletiva	28	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	“Separando para a coleta seletiva que passa no bairro.” (15) “Deixando separados os plásticos e levando ao ecoponto.” (1)	
	Lixo comum	5	7, 13, 17, 19, 20	“É prático e estamos acostumados a fazer dessa forma.” (17)	
	Alternativas	Eliminar	1	9	“É preciso parar de consumir produtos com plástico.” (9)
		Reduzir	2	4, 6	“Precisamos diminuir o uso excessivo de produtos com base plástica e descartar esses produtos nos lugares certos.” (6)
Reutilizar	6	2, 4, 17, 27, 28, 30	“Precisamos reciclar, reutilizar e descartar de forma correta.” (2)		
De que maneira estudantes e suas famílias descartam plásticos	Coleta seletiva	9	1, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 18, 27	“Separamos para a coleta seletiva que passa no bairro.” (8)	
	Lixo comum	24	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33	“No lixo comum, porque é a forma mais fácil.” (3) “No lixo comum, pois a coleta seletiva não passa na minha rua.” (11)	
Responsáveis pelos resíduos plásticos	Corresponsabilidade entre governo, fabricante e consumidor	29	2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	“Consumidores, fabricantes e governo, todos sabem das suas atitudes, então a culpa é de todos.” (8)	
	Corresponsabilidade entre fabricante e governo	1	1	“O governo e os fabricantes que influenciam o consumidor.” (5)	
	Responsabilidade exclusiva do consumidor	2	3, 25	“Apenas do consumidor, porque é quem tá consumindo.” (3)	
	Responsabilidade exclusiva do fabricante	1	5	“Apenas dos fabricantes de embalagens e produtos plásticos.” (5)	
Prejuízos que os plásticos podem causar	Poluição ambiental	31	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 33	“Poluição das águas, do solo e do ar.” (12) “Poluição do meio ambiente com microplásticos.” (4) “A indústria de plásticos utiliza combustíveis fósseis e isso aumenta o aquecimento global.” (30)	
	Danos à saúde de animais	14	4, 7, 12, 13, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 33	“Danos à saúde de animais silvestres e marinhos por consumo de microplásticos.” (7)	
	Danos à saúde humana	6	2, 6, 10, 20, 26, 30	“Os microplásticos podem prejudicar nossa saúde.” (10)	
	Danos à saúde de animais e humanos	13	1, 3, 5, 8, 9, 11, 14, 16, 17, 19, 25, 27, 32	“Poluição ambiental que prejudica a saúde de animais e das pessoas.” (9)	

Fonte: Os autores.

No questionário inicial, no qual os estudantes apresentam suas percepções prévias à conceituação, 11 (33%) acreditam que há relevância dos símbolos nas definições de uso dos materiais plásticos. Por outro lado, todos associam os símbolos a orientações sobre o descarte adequado.

Sobre as práticas relacionadas ao descarte, todos os estudantes consideram correta a decisão de separar e encaminhar para a coleta seletiva e reciclagem. Como medidas alternativas, 6 estudantes (18%) sugerem reutilizar; 2 estudantes (6%), reduzir; 1 estudante (3%), eliminar o uso de plásticos, sem, contudo, explicar a viabilidade dessa medida.

Embora a maioria dos estudantes reconheça medidas adequadas no descarte de materiais plásticos, 24 deles (73%) informam que, no contexto familiar, realizam o descarte no lixo comum, o que é justificado pela praticidade, pelo hábito e pela falta de coleta seletiva no bairro. Nota-se aí um descolamento entre o conhecimento conceitual e a prática atitudinal dos estudantes.

A justificativa de falta de coleta seletiva vai ao encontro de informações da ABRELPE, de que, muitas vezes, esse serviço abrange apenas parte da população. No ano de 2020, a coleta seletiva atingiu 4.145 (74,4%) municípios brasileiros, a maior parte nas regiões Sul e Sudeste (Abrelpe, 2021, p. 20).

Quanto às justificativas de hábito e praticidade, é possível inferir que tal posicionamento decorre de lacunas da Educação Ambiental, instituída pela Lei N° 9.795, de 27/04/1999, que segundo seu Artigo 10 “será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal”, determinação reforçada pelo inciso II do Artigo 14 da Resolução n° 2, de 15/06/2012, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Considerando que tal perspectiva implica mudança no modelo de ensino tradicional, valorizando a transversalidade dos saberes, acreditamos que a abordagem CTS, pelo potencial estímulo à interdisciplinaridade, à reflexão e à criticidade, contribui para avanços na Educação Ambiental. Nesse sentido, Strieder e colaboradores (2016) apontam a necessidade de ampliar a formação inicial e continuada de professores, possibilitando reflexões sobre as potencialidades e desafios associados à implementação de propostas de Educação CTS e Educação Ambiental na Escola Básica.

Com relação à responsabilidade sobre os resíduos plásticos, 29 estudantes (88%) apontaram governo, fabricante e consumidor como corresponsáveis. Curiosamente, dois

estudantes (6%) atribuíram a responsabilidade exclusivamente ao consumidor e as suas decisões, enquanto para um outro estudante (3%) a responsabilidade é exclusiva do fabricante. Como veremos à frente, foi possível observar evolução nas concepções desses estudantes ao longo da SD.

A respeito dos prejuízos decorrentes dos resíduos plásticos, os estudantes apontaram a poluição, destacando os microplásticos e sua presença no meio ambiente como uma ameaça aos animais e à saúde humana. A referência aos microplásticos foi justificada pela presença do tema em noticiários da TV e em vídeos publicados na Internet, revelando interesse espontâneo dos estudantes por questões socioambientais.

Segundo Olivatto e colaboradores (2018), o termo microplástico foi empregado pela primeira vez por Thompson e colaboradores (2004). A partir daí, tem sido utilizado pela comunidade científica (Olivatto *et al.*, 2018). Em seu estudo, Thompson e colaboradores (2004) concluíram que grandes itens de plástico podem causar asfixia, emaranhamento e atrapalhar a digestão em pássaros, peixes e mamíferos, enquanto os microplásticos podem ser ingeridos. Para determinar o potencial de ingestão, mantiveram anfípodas (detritívoras), minhocas (alimentadores de depósitos) e cracas (alimentadores de filtros) em aquários com pequenas quantidades de plásticos microscópicos que, em poucos dias, foram ingeridos pelas três espécies.

As percepções dos estudantes revelam reconhecimento da ampla presença de plásticos em seu cotidiano, assim como de responsabilidades e consequências do descarte inadequado dos resíduos.

O Quadro 3 resume os resultados do nosso quarto foco de análise, que remete à percepção dos estudantes sobre fatores que favorecem o impacto socioambiental decorrente da utilização de plásticos, a partir de discussões e registros, como parte do segundo momento pedagógico.

Quadro 3 – Fatores que favorecem o impacto socioambiental da utilização de plásticos.

Categorias	Subcategorias	Total	Estudantes	Exemplos
Atitudes e responsabilidades	Produção	24	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 33	“Os fabricantes não se responsabilizam pelos produtos durante todo o ciclo de vida.” (6) “São fabricados muitos produtos plásticos sem preocupação com o que acontece no final.” (25)
	Uso	23	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 31, 32, 33	“Alguns materiais plásticos são insubstituíveis, como por exemplo seringas, máscaras, bolsa de sangue, respirador.” (23) “Podemos pensar se todos os plásticos que utilizamos são necessários.” (31)

	Descarte	22	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 33	“Muitas pessoas descartam embalagens plásticas no meio ambiente e isso contamina os oceanos e causa a morte de animais em todo o planeta.” (1) “As pessoas esquecem que não existe jogar fora e descartam plásticos no meio ambiente, o que pode prejudicar nossa saúde.” (4)
Demandas	Educação ambiental	12	1, 5, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 22, 23, 30, 31	“Muitas pessoas não pensam sobre os problemas que o plástico pode causar ao meio ambiente.” (13)
	Gestão de resíduos	26	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 33	“Os governos deveriam investir mais na reciclagem. O Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico no mundo, mas recicla menos de 2%.” (10)
	Busca de alternativas	20	1, 2, 4, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 30, 31, 33	“O petróleo utilizado na fabricação de plásticos polui o meio ambiente, por isso os fabricantes deveriam desenvolver materiais biodegradáveis.” (13)

Fonte: Os autores.

Os estudantes apresentaram pesquisas sobre impacto ambiental decorrente da utilização de plásticos, considerando quatro perspectivas propostas: impactos globais; impactos nacionais; impactos locais; impactos domésticos. As apresentações dos grupos abordaram, respectivamente: a poluição ambiental por plásticos, destacando a poluição dos oceanos por microplásticos; produção e gestão de resíduos plásticos no Brasil; a proibição do fornecimento de copos, pratos, talheres, agitadores para bebidas e varas para balões descartáveis feitos de material plástico aos clientes de estabelecimentos comerciais da cidade de São Paulo; e a abrangência da coleta seletiva na cidade de São Paulo. As principais fontes citadas foram revistas e noticiários eletrônicos, além de sites e plataformas de vídeos.

As discussões resultantes das apresentações evocaram questões relacionadas às responsabilidades pela produção, uso e descarte de materiais plásticos; necessidade de compromisso por parte de cidadãos, fabricantes e governos; necessidade de soluções envolvendo educação ambiental, gestão de resíduos e produção de materiais biodegradáveis em substituição aos plásticos convencionais; aspectos políticos, econômicos e éticos envolvidos.

Consideramos que as falas dos estudantes refletem preocupações socioambientais que dialogam com o objetivo 12 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU, que busca assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, estabelecendo entre suas metas, até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso (Brasil, 2015).

A preocupação dos estudantes com a busca de materiais alternativos aos plásticos, expressa nas discussões, mostra-se em consonância com demandas sociais que se refletem em movimentos da indústria e da comunidade científica. Embora a substituição dos plásticos convencionais não seja ainda uma possibilidade palpável, existem iniciativas voltadas à produção viável de polímeros biodegradáveis. Nas últimas duas décadas, grandes empresas do setor de plásticos vêm investindo na síntese de polímeros de origem vegetal (Ereno, 2007). No meio acadêmico, podemos citar a parceria entre pesquisadores da EMBRAPA, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e da francesa Universidade Grenoble Alpes (UGA), da qual resultou um filme biodegradável para embalar alimentos, desenvolvido a partir de gelatina e nanocristais de celulose. O estudo foi publicado em 2020 e o produto, ainda em escala piloto, tem perspectivas promissoras (Leite *et al.*, 2020).

Nas discussões, percebemos indícios de revisão de percepções, como o estudante 25, que no questionário inicial atribuiu exclusivamente aos consumidores a responsabilidade pelos resíduos plásticos, mas nesta etapa da pesquisa citou a responsabilidade dos fabricantes.

Notamos que, nesta etapa da SD, os posicionamentos dos estudantes revelam apropriação de conhecimentos científicos trabalhados em aula relacionados aos processos produtivos, tipos de plásticos e sua degradação, sugerindo evolução na dimensão de aprendizagem conceitual que, segundo Zabala (1998), pode ser observada quando o estudante consegue utilizar esses conhecimentos para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação. Essa aprendizagem quase nunca está acabada, tornando-se mais significativa quando ocorre a ampliação ou aprofundamento do conhecimento, possibilidade que sempre existe (Zabala, 1998, p. 43).

O Quadro 4 resume os resultados do nosso quinto foco de análise, que remete à percepção dos estudantes sobre a própria utilização de plásticos, a partir de relatórios elaborados por eles, como parte do terceiro momento pedagógico.

Quadro 4 – Utilização de plásticos pelos estudantes no cotidiano.

Categorias	Subcategorias	Total	Estudantes	Exemplos
Objetos utilizados diariamente	Alimentação	22	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 24, 28, 31	“Eu percebi que tem muitos tipos de plásticos em nosso cotidiano.” (7)
	Higiene	23	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33	“O plástico é mais presente do que imaginamos.” (9) “O plástico tem muitas utilidades e faz parte do nosso dia a dia.” (16)

	Transporte	22	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 32	
	Estudo	22	2, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32	
	Lazer	21	1, 2, 4, 5, 7, 6, 9, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 33	
Objetos utilizados esporadicamente	Alimentação	23	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 20, 21, 22, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 33	<p>“Às vezes usamos plásticos sem pensar que podemos usar outros materiais.” (30)</p> <p>“Muitos produtos eu não uso com tanta frequência, então acho que não são indispensáveis.” (1)</p>
	Higiene	22	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 27, 29, 31, 33	
	Transporte	22	3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 31, 32	
	Estudo	20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 23, 28, 29, 31, 33	
	Lazer	23	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 33	
Conclusões	Necessidade	23	1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 28, 31, 32, 33	<p>“O uso de plástico é indispensável no nosso dia a dia.” (28)</p> <p>“Alguns tipos de plástico eu posso evitar.” (33)</p> <p>“Antes de comprar mais plásticos, precisamos pensar se são necessários e se podemos trocar por produtos sustentáveis.” (20)</p> <p>“Separar para a reciclagem ajuda a diminuir os problemas ambientais que o plástico provoca.” (23)</p> <p>“A poluição causada pelos plásticos afeta a saúde das pessoas e dos animais.” (32)</p> <p>“Os plásticos descartados no meio ambiente causam vários desastres, como poluição enchentes morte de animais, por isso devemos fazer o descarte correto.” (24)</p> <p>“A produção de plásticos polui o meio ambiente.” (31)</p>
	Decisões para redução de impactos	10	3, 6, 7, 8, 11, 12, 20, 23, 31, 32	
	Consequências para a saúde	18	2, 4, 5, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 32	
	Consequências ambientais	22	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 33	

Fonte: Os autores.

A partir de relatórios sobre a utilização de plásticos, os estudantes socializaram suas percepções, citando diversos materiais e destacando os principais contextos em que os utilizam: alimentação, higiene, transporte, estudo e lazer. Notamos que alguns contextos importantes foram ignorados, como construção civil e produtos descartáveis de uso médico, sugerindo que materiais essenciais estão tão incorporados à rotina que não são percebidos.

Nas conclusões dos relatórios, evidenciam-se reflexões sobre os próprios hábitos de consumo e a presença excessiva dos plásticos no cotidiano. Os estudantes reconhecem riscos à saúde de humanos e animais, assim como danos ambientais decorrentes do descarte inadequado. Também consideram a possibilidade de buscar materiais alternativos. Seus posicionamentos revelam apropriação de conhecimentos conceituais trabalhados em aula referentes à identificação dos plásticos, sua produção e degradação. Além disso, refletem preocupações globais com as consequências de resíduos plásticos no meio ambiente.

Os posicionamentos dos estudantes ao final da SD sugerem revisão de percepções iniciais, o que pode contribuir para aprendizagem na dimensão atitudinal, que, segundo Zabala (1998), implica “a análise de fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação” (Zabala, 1998, p. 48).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na perspectiva de uma educação dialógica, crítica e problematizadora, que favorece a autonomia e a formação para a cidadania, acreditamos que a organização do ensino a partir de QSC contribui para que a reflexão sobre temas sociocientíficos seja reconhecida como uma meta educacional mais relevante que a aprendizagem mecânica de conceitos (Silva & Marcondes, 2010). Pelos resultados coletados nas falas e textos dos estudantes que participaram da pesquisa, verificamos que as estratégias adotadas possibilitaram reflexões e debates que favoreceram a aprendizagem, aproximando o trabalho desenvolvido em sala de aula dos objetivos educacionais da atualidade.

Consideramos que as atividades dialógicas desenvolvidas na SD e a valorização das vivências dos estudantes possibilitaram-lhes exercitar a observação, a argumentação e a criticidade. Suas falas e respostas escritas revelam reconhecimento da larga presença de diferentes materiais plásticos em diversos contextos, com relevância em alguns setores e consequências negativas para o meio ambiente, para a saúde de humanos e de animais. Os estudantes reconhecem implicações econômicas e políticas nos processos de produção,

comercialização e descarte, além de responsabilidades individuais, coletivas, institucionais e governamentais quanto aos resíduos plásticos.

No decorrer da SD, os posicionamentos dos estudantes quanto à presença de plásticos no cotidiano indicam reflexões e revisão de percepções, o que corrobora nossa perspectiva e vai ao encontro do pressuposto de que a abordagem CTS favorece a reflexão e o pensamento crítico (Santos & Schnetzler, 2015). Notamos indícios de apropriação de conhecimentos científicos trabalhados em aula, sugerindo avanço na dimensão conceitual da aprendizagem. Seus posicionamentos finais revelam reflexões sobre as próprias práticas no uso e descarte de plásticos, sugerindo que os avanços se estendem à dimensão atitudinal da aprendizagem (Zabala, 1998).

Os resultados da pesquisa indicam que a adoção da QSC como estratégia para desenvolvimento de uma abordagem didática que contemple os pressupostos CTS nas aulas de Química mostra-se adequada, uma vez que, a partir da temática proposta, os estudantes puderam refletir sobre seus conhecimentos prévios e se apropriar de conceitos científicos relacionados a processos produtivos e à degradação dos plásticos, estabelecendo relação com diversas dimensões da vida social.

A partir da observação da participação dos estudantes, aperfeiçoamos a SD, transformando-a em Produto Educacional no formato de Caderno do Professor, que consiste na descrição de cada atividade e recurso utilizado, incluindo links para textos, vídeos e sites². Acreditamos que a SD poderá ser adaptada para outras etapas e modalidades do ensino de Ciências, como Ensino Fundamental, Ensino Técnico e EJA. Vislumbramos ainda, a possibilidade de contribuição para a formação de professores, tanto na graduação quanto na regência em sala de aula.

REFERÊNCIAS

Abrelpe. (2021). Panorama de resíduos sólidos no Brasil. Abrelpe. Recuperado em 23 abril, 2023, de <https://abrelpe.org.br/panorama/>

Aikenhead, G. (1994). What is STS science teaching? In J. Solomon & G. S. Aikenhead (Eds.), *STS Education – international perspectives on reform* (pp. 47-59). New York: Teachers College Press.

Bezerra, B. H. S., & Amaral, E. M. R. (2019). Identificando Compromissos Epistemológicos, Ontológicos e Axiológicos em Falas de Licenciandos Quando Discutem uma Questão Sociocientífica. *Química Nova na Escola*, 41(1), 41-54.

² O produto educacional vinculado à pesquisa que originou o presente artigo se encontra disponível no portal Educapes e no site do Grupo de Pesquisa (Link suprimido nesta versão para não comprometer a identificação dos autores).

- Bogdan, R., & Biklen, S. (2003). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos* (M. J. Alvarez, S. B. Santos, & T. M. Baptista, Trad.). Porto: Porto Editora.
- Brasil. (2015). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Nações Unidas Brasil. Recuperado em 13 julho, 2015, de <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>
- Chassot, A. (2018). *Para que(m) é útil o ensino?* Ijuí: Ed. Unijuí.
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In D. M. Conrado & N. Nunes-Neto (Eds.), *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 77-118). Salvador: EDUFBA.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2002). *Metodologia do ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Delizoicov, D. (2001). Problemas e problematizações. In M. Pietrocola (Ed.), *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora* (pp. 125-150). Florianópolis: Ed. UFSC.
- Dionor, G. A., Conrado, D. M., Martins, L., & Nunes-Neto, N. F. (2020). Análise de propostas de ensino baseadas em QSC: Uma revisão da literatura na Educação Básica. *Alexandria*, 13(1), 197-224.
- Ereno, D. (2007). Plástico renovável. *Revista FAPESP*, 142.
- Flick, U. (2009). *Desenho da pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed.
- Freire, P. (1996a). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Freire, P. (1996b). *Pedagogia do Oprimido*. São Paulo: Paz e Terra.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6a ed.). São Paulo: Atlas.
- Leite, L. S. F., Ferreira, C. M., Corrêa, A. C., Moreira, F. K. V., & Mattoso, L. H. C. (2020). Scaled-up production of gelatin-cellulose nanocrystal bionanocomposite films by continuous casting. *Carbohydrate Polymers*, 238, 116 -198.
- Lourenço, A. B., & Queiroz, S. L. (2020). Argumentação em aulas de química: estratégias de ensino em destaque. *Química Nova*, 43(9), 1333-1343.
- Ludke, M., & André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisas em educação: uma abordagem qualitativa* (2a ed.). São Paulo: E.P.U.
- Moraes, R. (1999). Análise de conteúdo. *Revista Educação*, 22(37), 7-32.
- Olivatto, G. P., Carreira, R., Tornisielo, V. L., & Montagner, C. C. (2018). Microplásticos: contaminantes de preocupação global no antropoceno. *Revista Virtual de Química*, 10(6), 1968-1989.
- Pérez, L. F. M. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Ed. Unesp.
- Ratcliffe, M. (1998). Discussing socio-scientific issues in science lessons – pupils' actions and the teacher's role. *School Science Review*, 79(288), 55-59.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socioscientific issues*. Maidenhead: Open University Press.

- Ricardo, E. C. (2010). Problematização e contextualização no ensino de Física. In A. M. P. Carvalho (Coord.), *Ensino de Física* (pp. 29-47). São Paulo: Cengage Learning.
- Sá, L. P., & Queiroz, S. L. (2018). Tipos de próteses como tema sociocientífico para a promoção da argumentação no ensino de química. In D. M. Conrado & N. Nunes-Neto (Eds.), *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 231-243). Salvador: EDUFBA.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Santos, W. L. P., Silva, K. M. A., & Silva, S. M. B. (2018). Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica brasileira. In D. M. Conrado & N. Nunes-Neto (Eds.), *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 231-243). Salvador: EDUFBA.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 133-162.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em ensino de ciências*, 14(2), 191-218.
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2015). Educação em Química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora da UNIJUÍ.
- São Paulo. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. (2020). Currículo Paulista. Recuperado em 23 abril, 2023, de <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wpcontent/uploads/sites/7/2019/09/curriculo-paulista-26-07.pdf>
- Silva, E. L., & Marcondes, M. E. R. (2010). Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. *Ensaio*, 12(1), 101-118.
- Strieder, R. B., Watanabe, G., Silva, K. M. A., & Watanabe, G. (2016). Educação CTS e Educação Ambiental: Ações na Formação de Professores. *Alexandria*, 9(1), 57-81.
- Yin, R. (2001). *Estudo de Caso: planejamento e métodos* (D. Grassi, Trad.) (2a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Zabala, A. (1998). A função social do ensino e a concepção sobre os processos de ensino e aprendizagem. In A. Zabala, *A prática educativa: como ensinar* (pp. 27-51). Porto Alegre: ArtMed.