

Contribuições de uma sequência didática sobre a questão sociocientífica do lixo para a formação cidadã de estudantes do ensino médio no contexto do ensino de química

RESUMO

As Questões Sociocientíficas (QSC) permitem abordar temas de ciência, sociedade e meio ambiente de forma crítica, envolvendo aspectos éticos, políticos e culturais. No ensino de Química, contribuem para discutir problemas reais, como os resíduos sólidos, articulando conhecimentos científicos e formação cidadã. Este estudo teve como objetivo analisar a eficácia de uma Sequência Didática baseada na QSC dos resíduos como estratégia para a educação cidadã de estudantes do Ensino Médio. Para isso, foi desenvolvida e aplicada uma proposta com foco nos resíduos sólidos e suas implicações socioambientais, envolvendo 21 alunos. Os resultados indicaram ampliação dos conhecimentos científicos, fortalecimento da argumentação e incentivo a atitudes responsáveis, como a reflexão sobre descarte e reciclagem. Conclui-se que a proposta favoreceu a aprendizagem significativa e a consciência socioambiental crítica, destacando a Química como ferramenta para compreender e intervir na realidade.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos. Ensino de Química. Cidadania Científica.

Eric Beltrão de Albuquerque
eric_albuquerque@yahoo.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-2561-2455>
Universidade Federal Rural de
Pernambuco – UFRPE, Recife,
Pernambuco, Brasil

Cecília Leite de Albuquerque
cecilia.leite@ufrpe.br
<https://orcid.org/0009-0001-3003-9841>
Universidade Federal Rural de
Pernambuco – UFRPE, Recife,
Pernambuco, Brasil

Willyane Camille dos Santos
Willyane.camille@ufrpe.br
<https://orcid.org/0009-0007-4374-2441>
Universidade Federal Rural de
Pernambuco – UFRPE, Recife,
Pernambuco, Brasil

Denize Maria Antas Diniz
denize.diniz@ufrpe.br
<https://orcid.org/0009-0007-4374-2441>
Universidade Federal Rural de
Pernambuco – UFRPE, Recife,
Pernambuco, Brasil

Antônio Inácio Diniz Júnior
antonio.dinizjunior@ufrpe.br
<https://orcid.org/0000-0002-2207-9376>
Universidade Federal Rural de
Pernambuco – UFRPE, Recife,
Pernambuco, Brasil

INTRODUÇÃO

As Questões Sociocientíficas (QSC) são compreendidas como a intersecção entre ciência, tecnologia e sociedade, caracterizando-se por envolverem problemáticas de grande relevância social (Jesus *et al.*, 2025; Vestfahl *et al.*, 2023). Tais questões emergem, em grande medida, dos avanços científicos e tecnológicos contemporâneos e apresentam implicações diretas no cotidiano, exigindo dos indivíduos não apenas compreensão conceitual, mas também posicionamento crítico diante de seus desdobramentos sociais, ambientais, políticos e éticos.

Nesse cenário, a inserção das QSC no ensino de Ciências, particularmente no ensino de Química, configura-se como uma abordagem que transcende a transmissão de conteúdos, ao promover a articulação entre conhecimentos científicos e dimensões sociais mais amplas. Essa perspectiva contribui para a formação de sujeitos capazes de mobilizar conhecimentos, habilidades e valores na análise e enfrentamento de problemas socioambientais (Hodson, 2004; Carvalho; Carvalho, 2012). Dialogando diretamente com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), ao enfatizar o desenvolvimento da cidadania e da tomada de decisões fundamentadas.

Nesse contexto, uma das funções centrais da escola consiste em preparar os indivíduos para o exercício pleno da cidadania, inserindo-os de forma crítica e ativa na sociedade (Caffagni, 2024). No ensino de Química, essa perspectiva torna-se ainda mais significativa, uma vez que o domínio de conceitos químicos está diretamente relacionado à compreensão e ao uso consciente de materiais e tecnologias, podendo contribuir para a melhoria da qualidade de vida sem comprometer o meio ambiente (Santos; Schnetzler, 2010).

Dentre as possibilidades metodológicas para operacionalizar as QSC no contexto escolar, destaca-se o uso de Sequências Didáticas (SD), entendidas como conjuntos de atividades planejadas, organizadas e articuladas com objetivos educacionais definidos (Zabala, 1988). Estudos evidenciam que a articulação entre QSC e SD contribui não apenas para a aprendizagem conceitual, mas também para o desenvolvimento da capacidade argumentativa e da reflexão crítica, ao integrar dimensões científicas, sociais, econômicas e éticas (Batinga; Barbosa, 2021; Sousa *et al.*, 2020).

Entre as temáticas que podem ser abordadas como QSC, destacam-se o lixo e os resíduos sólidos, por sua natureza interdisciplinar e por sua relevância ambiental e social. A distinção entre lixo e resíduos é fundamental nesse contexto: enquanto os resíduos correspondem a materiais passíveis de reutilização ou reciclagem, o lixo refere-se à fração sem viabilidade de aproveitamento econômico, sendo destinada à disposição final (Layrargues, 2002). O manejo inadequado desses materiais configura um dos principais problemas ambientais urbanos, podendo ocasionar contaminação do solo, da água e do ar, além de favorecer a proliferação de vetores de doenças (Miranda, 2002; Rêgo *et al.*, 2002).

A abordagem dessa temática no ensino de Química possibilita a articulação de conceitos científicos com problemáticas reais, favorecendo a compreensão de aspectos relacionados à composição dos materiais, suas propriedades, processos de separação e impactos ambientais decorrentes de seu descarte (Mota *et al.*, 2018).

Do ponto de vista ambiental e de saúde pública, os impactos do descarte inadequado de resíduos são amplos. A poluição do ar está associada ao aumento de doenças respiratórias, especialmente em populações mais vulneráveis, como crianças e idosos (Martins *et al.*, 2001; Gouveia, 2012). A contaminação do solo, frequentemente relacionada à presença de lixões e aterros controlados, favorece a proliferação de macro e microvetores de doenças. Já a poluição das águas, decorrente do lançamento de efluentes sem tratamento adequado, compromete a biodiversidade aquática e a qualidade da água destinada ao consumo humano (Pérez, 2015; Poças, 2015; Reigota, 2017).

A contaminação do solo e da água decorrente do manejo inadequado dos resíduos sólidos evidencia a necessidade de estratégias integradas de gestão ambiental. Nesse sentido, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos destaca a importância da redução da geração de resíduos, da ampliação da coleta seletiva, da reciclagem e da destinação ambientalmente adequada dos rejeitos como medidas fundamentais para o enfrentamento dos impactos socioambientais associados aos resíduos (Brasil, 2022).

Nesse contexto, a coleta seletiva destaca-se como estratégia para mitigar impactos, ao reduzir a exploração de recursos naturais, a poluição e prolongar a vida útil dos aterros, além de gerar benefícios econômicos e sociais por meio da reciclagem. Sua abordagem em sala de aula amplia a aprendizagem para além do conceitual, promovendo atitudes e valores voltados à sustentabilidade.

Assim, a utilização de QSC articuladas a SD no ensino de Química constitui uma estratégia capaz de promover a contextualização e a problematização do conhecimento, favorecendo o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à atuação crítica e cidadã (Santos; Schnetzler, 2010; Zanotto; Silveira; Sauer, 2016). Ao possibilitar a análise de problemáticas reais e a tomada de decisões fundamentadas, essa abordagem contribui para a atribuição de sentido ao conhecimento científico, aproximando-o da realidade dos estudantes.

Diante desse contexto, a presente pesquisa foi orientada pela seguinte questão: de que forma uma Sequência Didática elaborada a partir da abordagem de uma Questão Sociocientífica sobre o lixo e seus impactos pode contribuir para a formação científica cidadã de estudantes do Ensino Médio? Para respondê-la, definiu-se como objetivo geral analisar a eficácia de uma Sequência Didática baseada na QSC do lixo como estratégia para a formação cidadã no contexto do ensino de Química.

PERCURSO METODOLÓGICO

O delineamento metodológico desta pesquisa é de caráter qualitativo, voltado à análise de significados, valores e interpretações dos sujeitos (Minayo, 2002), ancorando-se na pesquisa de natureza interventiva (Chizzotti, 2006; Thiollent, 2011), caracterizada pela articulação entre produção de conhecimento, práticas e processos colaborativos. Trata-se, ainda, de uma investigação orientada para a compreensão e a transformação da realidade educacional, visando à resolução de problemas identificados no contexto da prática (Thiollent, 2011).

O estudo foi conduzido em uma escola de referência em Ensino Médio da Rede Estadual de Pernambuco, com uma turma de 31 estudantes do primeiro ano, dos quais 21 participaram da SD mediante consentimento. A turma apresentava alinhamento com a BNCC e o Currículo de Pernambuco. Para garantir o anonimato, foram utilizados símbolos de elementos químicos como pseudônimos.

A construção de dados ocorreu em seis encontros, organizados com base na SD, compreendida como um conjunto de atividades estruturadas e articuladas em torno de objetivos educacionais (Dolz, Noverraz e Schneuwly, 2004; Zabala, 1988). O Quadro 01 apresenta a organização das etapas e atividades desenvolvidas.

Quadro 1 - Encontros realizados para aplicação da SD: O lixo como uma Questão Sociocientífica

Encontros / Duração	Objetivos	Recursos Metodológicos	Dimensão Epistêmica	Dimensão Pedagógica
1º - 100 min	Reconhecer o lixo como problema socioambiental; relacionar conceitos de matéria e lixo; expressar conhecimentos prévios.	Textos, questões e PowerPoint	Conceitos de matéria, lixo e produção/coleta	Leitura em grupo, identificação de ideias prévias e resolução de questões
2º - 100 min	Identificar tipos de materiais; classificar o lixo; compreender a importância da destinação adequada.	PowerPoint, vídeos sobre “a história das coisas” e “Wall-E”.	Composição e classificação do lixo	Discussão sobre materiais e destinação
3º - 100 min	Reconhecer classes de RSU; compreender a legislação; analisar	PowerPoint, atividade impressa e Charge.	Substâncias, misturas e impactos ambientais.	Interpretação de charge e aplicação de atividade.

	processos de produção, consumo e descarte.			
4° - 100 min	Reconhecer classes de RSU; compreender a legislação; analisar processos de produção, consumo e descarte.	PowerPoint e textos impressos.	RSU, legislação e separação de resíduos.	Leitura, discussão e realização de atividades.
5° - 100 min	Observar e analisar práticas de tratamento de resíduos; relacionar teoria e realidade.	Aula de campo (CTR), registros (fotos, vídeos, diário)	Processos de tratamento de resíduos	Observação e registro da prática.
6° - 100 min	Sistematizar conhecimentos; refletir sobre a problemática; posicionar-se criticamente.	Atividade impressa, mapa mental e questionário.	Avaliação crítica da temática	Sistematização, reflexão e produção final.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A análise dos dados teve como objetivo verificar o alcance dos objetivos de ensino e aprendizagem propostos. Este estudo constitui um recorte de uma investigação mais ampla, voltado à análise da contribuição de uma SD articulada a uma QSC sobre a temática lixo para a formação cidadã.

Para isso, foram consideradas as seguintes fontes de dados: questionário inicial, quatro atividades desenvolvidas ao longo da SD e um diário de bordo produzido durante a visita técnica.

A análise e discussão dos dados foram orientadas por categorias temáticas (Quadro 2), definidas a partir das respostas dos estudantes e dos objetivos da pesquisa, possibilitando acompanhar a evolução da compreensão da temática e sua inserção no contexto investigado. A análise não se restringiu à descrição dos dados, mas buscou interpretar as transformações ao longo da aplicação da SD, a partir de diferentes fontes, garantindo a triangulação das informações (Thiollent, 2011). Foram considerados os questionários aplicados antes e após a SD, as atividades realizadas, as interações em sala e os registros da visita técnica ao aterro sanitário CTR - Igarassu.

O tratamento dos dados foi realizado por meio da análise de conteúdo (Bardin, 2016), envolvendo as etapas de pré-análise, exploração e tratamento dos resultados. O processo de categorização foi estruturado para avaliar o alcance dos objetivos da SD, considerando três dimensões: epistêmica, pedagógica e sociocientífica (Santos e Schnetzler, 2010), relacionadas à construção do conhecimento científico, ao processo de ensino e aprendizagem e aos aspectos sociais, políticos e éticos do tema.

A análise considerou a relação entre os objetivos propostos e os resultados obtidos, bem como as mudanças nas concepções dos estudantes ao longo da intervenção, buscando garantir consistência, validação e confiabilidade na interpretação dos dados.

Por fim, sistematizaram-se as categorias de análise apresentadas no Quadro 02:

Quadro 2 - Categorias de Análise.

Categorias de Análise	
Categoria <i>a priori</i>	A – Conhecimento científico.
	B – Questão socioambiental.
	C – Resíduos sólidos.
Categoria <i>a posteriori</i>	D – Impacto socioambiental.
	F – Conceitos científicos.
	G – Problemas socioambientais.
	H – Alternativas sustentáveis.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As categorias foram analisadas com base nos pressupostos da análise de conteúdo (Bardin, 2016), considerando as respostas dos estudantes antes e durante a intervenção, em diálogo com os objetivos da pesquisa e com a formação científica cidadã (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da SD sobre a QSC lixo e os resíduos sólidos urbanos buscou promover reflexões voltadas à formação cidadã de estudantes do Ensino Médio, articulando conceitos científicos a problemáticas socioambientais contemporâneas e ao desenvolvimento da cidadania científica (Schnetzler, 2020). De forma geral, a proposta superou o ensino meramente conceitual da Química, favorecendo a construção de sentidos e a aproximação da Ciência ao cotidiano dos estudantes. Assim, a compreensão sobre resíduos sólidos passou a se relacionar com desafios reais da comunidade, evidenciando riscos à saúde pública

e ao meio ambiente e estimulando discussões sobre práticas sustentáveis e responsabilidade social.

A seguir, ilustramos os quadros de análise, destacando as categorias e subcategorias identificadas, acompanhadas de suas descrições, unidades de contexto, respostas representativas e respectivas unidades de análise. As palavras e expressões destacadas em *itálico* correspondem às unidades de registro (sentidos) que auxiliaram o processo de categorização e interpretação dos dados.

ANÁLISE DAS CATEGORIAS A *PRIORI*

Categoria A - Conhecimento Científico

Na primeira análise ilustrada no Quadro 03, a seguir, expomos as concepções dos estudantes relacionadas à definição e à natureza do conhecimento científico em relação aos problemas sociocientíficos.

Quadro 3 - Características de Problema presentes nas respostas dos estudantes.

Categoria A (Conhecimento Científico) – Característica de Problema		
Subcategorias	Descrição e Unidades de Registro	Unidade de Contexto
1. Situação motivacional e contextualizada.	Situação real, da vida, problemas da minha comunidade.	Lítio, Neônio, Níquel.
2. Situação que não apresenta um caminho de resolução preestabelecido.	Difícil solução, que exige mais de um caminho, mais de uma solução.	Cobalto e Vanádio
3. Situação que precisa ser resolvida.	Algo a ser resolvido, que incomoda.	Hidrogênio
4. Situação que apresenta vários caminhos para a resolução.	Vários caminhos para solução, mais de uma solução.	Abordagens diversas. - Cobalto
5. Não possui um caminho rápido e direto para a solução.	Não há caminho rápido, exige reflexão.	Neônio
6. Situação que exige o uso de estratégias e um processo de reflexão para resolução.	Uso de estratégias, reflexão.	Carbono.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Conforme disposto no Quadro 03, a análise da Categoria A, referente ao Conhecimento Científico, evidenciou que, inicialmente, os estudantes apresentaram percepções limitadas e simplistas sobre os resíduos sólidos, restringindo o conceito a definições genéricas como “aquilo que não presta” ou “resto”. Essa compreensão reducionista indica uma dificuldade em correlacionar o conhecimento científico com os problemas ambientais, confirmando a fragilidade conceitual observada em outras pesquisas que discutem o ensino de Química desvinculado da realidade social (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Entretanto, ao longo da aplicação da SD, observou-se uma mudança gradual na maneira como os estudantes passaram a compreender o conhecimento científico, revelando avanços nas seis dimensões analisadas.

Na subcategoria “situação motivacional e contextualizada”, as respostas iniciais dos alunos evidenciaram relações com o cotidiano, como o acúmulo de lixo nas comunidades e seus impactos sociais. Embora ainda superficiais, essas percepções indicam um movimento inicial de contextualização, ao reconhecerem o lixo como parte de sua realidade. Tal relação é fundamental, pois a aprendizagem se torna mais significativa quando os conceitos científicos são vinculados a situações concretas (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Na subcategoria “situação sem caminho de resolução preestabelecido”, as falas dos participantes, como “é difícil resolver porque depende das pessoas e da prefeitura” e “precisa de mais consciência da sociedade”, indicaram a compreensão de que a problemática dos resíduos sólidos urbanos não possui uma única solução. Esses apontamentos evidenciam o reconhecimento da complexidade dos problemas socioambientais, aproximando-se da concepção de Pozo (1998), segundo a qual problemas científicos autênticos demandam reflexão, investigação e múltiplas possibilidades de resolução.

Na subcategoria “situação que precisa ser resolvida”, os estudantes demonstraram sensibilidade e senso de urgência diante da questão do lixo. Suas falas, como “precisa acabar com o lixo nas ruas” e “tem que reciclar para não poluir”, expressam preocupação e desejo de mudança. Embora ainda iniciais, essas proposições indicam o despertar da consciência ambiental e social, ao reconhecer que o problema exige ações concretas para além do espaço escolar. Tal postura converge com Santos e Schnetzler (2010), ao defenderem que o ensino de Química deve contribuir para a formação de cidadãos críticos e engajados.

A quarta subcategoria, situação que apresenta vários caminhos para a resolução, demonstrou a ampliação da visão dos estudantes, que passaram a propor diferentes formas de enfrentamento do problema, como o reaproveitamento de materiais, a separação correta do lixo e a conscientização da comunidade. Essa diversidade de respostas revela o amadurecimento conceitual e a capacidade de compreender o problema sob diferentes perspectivas, unindo aspectos científicos, sociais e políticos. A multiplicidade de propostas também confirma o caráter formativo da SD, que, segundo Zabala (1988), favorece a aprendizagem cooperativa e o desenvolvimento de estratégias cognitivas diversificadas.

Na quinta subcategoria, as respostas evidenciaram que os alunos compreenderam que as questões ambientais exigem tempo e esforço coletivo para serem resolvidas. Comentários como “demora para resolver porque as pessoas não colaboram” e “só muda se a educação for melhor” mostram que os estudantes perceberam a necessidade de transformações estruturais e educativas de longo prazo. Esse entendimento demonstra o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, em consonância com perspectivas da educação ambiental crítica, que defendem a compreensão da complexidade dos problemas socioambientais e a formação de sujeitos capazes de atuar em sua transformação (Reigota, 2017).

Por fim, na sexta subcategoria, situação que exige o uso de estratégias e um processo de reflexão para resolução, foi possível observar o ápice do avanço conceitual dos estudantes. Observou-se que as respostas passaram a incorporar termos científicos e argumentações mais elaboradas, com expressões como “processos químicos de separação”, “reciclagem de metais” e “redução do consumo”. Tais construções demonstram que os alunos não apenas compreenderam os conceitos químicos, mas foram capazes de aplicá-los de maneira reflexiva à realidade, reconhecendo a importância da ciência para a sustentabilidade e a cidadania. Segundo Sousa *et al.* (2020), essa integração entre o conhecimento teórico e a prática cotidiana favorece o desenvolvimento de competências científico-sociais, essenciais à formação de indivíduos críticos e conscientes.

Portanto, a análise da Categoria A representada no Quadro 3 evidencia que a SD foi fundamental para articular o conhecimento científico com a realidade socioambiental, transformando a compreensão inicial fragmentada em uma visão crítica e integrada. Esse processo confirma que, para além do domínio conceitual, é possível promover competências cidadãs e científicas simultaneamente, alinhadas às práticas de ensino de Química contextualizada e às propostas de QSC (Schnetzler, 2010; Sousa *et al.*, 2020).

Categoria B - Questão Socioambiental

A Categoria B buscou compreender como os estudantes relacionaram a temática dos resíduos sólidos com aspectos sociais, econômicos e ambientais, observando o modo como aplicam o conhecimento científico a situações práticas e cotidianas. De acordo com o Quadro 04, as respostas foram analisadas a partir de três subcategorias principais: prática, uso de técnicas e caminho rápido e direto para a solução.

Quadro 4 - Características de exercício presentes nas respostas dos estudantes.

Categoria B (Questão Socioambiental) – Característica de Problema
--

Subcategorias	Descrição e Unidades de Registro	Unidade de Contexto
1. Prática	Aplicação de soluções imediatas.	Ações cotidianas e diretas.
2. Uso de técnicas	Emprego de técnicas ou métodos conhecidos.	Conhecimento aplicado.
3. Caminho rápido e direto para a solução	Resolução simples e imediata.	Solução mecânica e não reflexiva.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A análise inicial da Categoria B, ilustrada no Quadro 04, evidencia que os estudantes, antes da intervenção, possuíam uma percepção genérica e superficial sobre resíduos sólidos, reconhecendo o lixo apenas como um “problema” sem considerar suas causas, impactos ou consequências. Essa percepção inicial reflete uma visão pragmática e descontextualizada, típica de um conhecimento fragmentado, ainda não articulado à realidade socioambiental (Vestfahl *et al.*, 2023).

Na primeira subcategoria, prática, as respostas iniciais dos alunos indicaram uma tendência à aplicação de soluções imediatas, como “jogar o lixo no lugar certo” ou “varrer a rua”. Essas manifestações representam um ponto de partida importante, pois demonstram o reconhecimento de ações cotidianas como parte da responsabilidade individual. Durante a SD, essa percepção evoluiu para uma compreensão mais elaborada, com os alunos reconhecendo que atitudes isoladas são insuficientes diante da complexidade dos problemas ambientais. Alguns passaram a mencionar a importância da educação ambiental e das políticas públicas de saneamento, compreendendo que a resolução da questão do lixo requer esforços coletivos e organizados. Esse movimento demonstra a passagem de uma postura meramente prática para uma perspectiva crítica, em que o estudante percebe seu papel como agente transformador dentro de uma comunidade (Schnetzler, 2010).

A segunda subcategoria, uso de técnicas, revelou a incorporação de conhecimentos aplicados ao contexto da gestão de resíduos. À medida que as aulas avançaram, os estudantes começaram a empregar termos científicos e tecnológicos em suas falas, como “separar os materiais por tipo de substância”, “reutilizar embalagens plásticas” ou “usar processos químicos para tratar o lixo”, denotando assim uma mudança de um conhecimento empírico para um saber mais sistematizado, em que o estudante associa o conteúdo químico à solução de problemas ambientais. Além disso, percebeu-se que alguns participantes passaram a valorizar o papel das ciências e das tecnologias na busca de alternativas sustentáveis, reconhecendo a importância da pesquisa e da inovação para a preservação ambiental. Essa apropriação do conhecimento científico aplicado corrobora a perspectiva de Pozo (1998), segundo a qual a resolução de

problemas exige o emprego de estratégias cognitivas, técnicas e reflexivas que integrem teoria e prática.

Já na terceira subcategoria, identificou-se, nas respostas iniciais, uma compreensão mecanicista e imediatista, centrada na ideia de que bastaria “reciclar o lixo” ou “multar quem joga lixo na rua” para solucionar o problema. Essa percepção, comum entre os estudantes no início da intervenção, traduz uma visão reducionista e pouco crítica, que não reconhece as dimensões políticas, sociais e econômicas do tema. Entretanto, ao longo da SD, as falas evoluíram para argumentos mais reflexivos, nos quais os estudantes afirmaram que “a reciclagem sozinha não resolve, é preciso reduzir o consumo” e que “cada pessoa deve fazer sua parte, mas o governo também precisa agir”. Tais mudanças demonstram a consolidação do pensamento crítico e o entendimento de que as soluções rápidas e isoladas são insuficientes frente à complexidade das questões ambientais (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Portanto, a Categoria B evidencia que a abordagem baseada em Questões Socioambientais favorece a transformação do conhecimento leigo em análise crítica fundamentada, contribuindo para o desenvolvimento da cidadania científica e da consciência socioambiental (Vestfahl *et al.*, 2023).

Categoria C - Resíduos Sólidos e Conceito de Problema/Exercício

No Quadro 05, observa-se que a maioria dos estudantes apresentava Percepção Restrita do Conceito (C1) e Ausência de Classificação Científica (C2). A intervenção da SD permitiu a evolução para uma compreensão mais aprofundada, integrando conceitos químicos à análise socioambiental, aproximando-se da concepção de Pozo (1998) de problema e exercício.

Quadro 5 - Respostas dos professores que se aproximam da concepção de problema e exercício abordada por Pozo (1998).

Categoria C - Percepção de Problema e Exercício que se aproximam da concepção de Pozo (1998)		
Subcategorias	Descrição e Unidades de Registro	Unidade de Contexto
1. Percepção de problema.	Situação que demanda reflexão e múltiplas possibilidades de solução. "Aquilo que não presta", "resto", "sujeira", "coisas que não servem mais"	Ferro, Lítio, Berílio, Carbono, Níquel
2. Percepção de Exercício.	Desconhecem o significado do termo Resíduo Sólido Urbano.	Argônio, Titânio, Cloro, Potássio, Vanádio

3. Percepção de Impacto e Risco	Líquido perigoso, tóxico", "causar doenças", "poluição em áreas da natureza	Germânio, Cobalto, Vanádio, Cálcio, Lítio, Fósforo

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao analisar as respostas dos estudantes, o principal achado foi a Percepção Restrita do Conceito (C1), que se manifestou na quase totalidade das respostas, limitando o lixo à definição de "aquilo que não presta" ou "resto". Essa visão simplista ignorava a potencialidade química dos materiais. Concomitantemente, a subcategoria Ausência de Classificação Científica (C2) foi universal, com nenhum estudante empregando, inicialmente, termos como materiais orgânicos e inorgânicos, substâncias ou misturas, reforçando a inabilidade de correlacionar a Química com a questão socioambiental (Sousa *et al.*, 2020).

Dessa maneira, a necessidade de superar essa visão restrita (C1) e a ausência de vocabulário científico (C2) justificaram o foco da SD nos Encontros 2 e 3. A intervenção demonstrou eficácia ao guiar os estudantes da C1/C2 para uma compreensão mais aprofundada, onde o conhecimento sobre as propriedades da matéria (Química) passou a ser usado para justificar a importância da coleta seletiva, conforme observado na Categoria F (Conceitos Científicos), validando o alcance do objetivo de Articulação Pedagógica e Temática (Mota *et al.*, 2018).

ANÁLISE DAS CATEGORIAS A POSTERIORI

Durante a análise das respostas dos professores às duas questões formuladas para as categorias a priori, observou-se o surgimento de novos significados e interpretações que extrapolaram o escopo inicial da investigação. Essas novas compreensões foram sistematizadas e deram origem a duas categorias a posteriori, denominadas Categoria D, Categoria E, Categoria F e Categoria G.

Categoria D e G – Impacto e Problemas Socioambientais

A análise das respostas dos participantes evidencia que as discussões em torno da poluição e do descarte inadequado de resíduos ampliaram a percepção crítica sobre os impactos ambientais e sociais decorrentes do consumo desenfreado. As falas revelam uma conscientização crescente acerca da relação entre hábitos individuais e os problemas coletivos, conforme exemplificado nas falas: "A gente não pensa onde o lixo vai parar, mas na visita deu para ver que o

problema não é só jogar fora, é o que acontece depois.” e “O lixo do bairro vai para o mesmo lugar, e isso mostra que o problema é de todo mundo.” Essas falas ilustram a emergência de um pensamento reflexivo, no qual os estudantes passam a reconhecer os efeitos sistêmicos da poluição do solo, da água e do ar, questões discutidas por Martins *et al.* (2001) e Reigota (2017), que associam o lixo urbano a processos de contaminação e desequilíbrio ambiental.

Dessa forma, o contato direto com a realidade, proporcionado pela visita técnica ao Centro de Tratamento de Resíduos (CTR), consolidou a articulação entre teoria e prática, conforme apontam Batinga e Barbosa (2015), ao defenderem que experiências empíricas intensificam a aprendizagem significativa e a formação cidadã. Assim, compreende-se que o processo educativo contribuiu para o desenvolvimento de uma consciência crítica e socioambiental, integrando os princípios de Freire (1987), segundo os quais a conscientização surge da problematização da realidade, e os pressupostos CTS/QSC, que articulam ciência, sociedade e valores ético-morais (Sadler, Zeidler, 2004; Hodson, 2011).

Quadro 6 - Análise das respostas e o aumento da consciência crítica sobre os impactos do consumo e da poluição/resíduos (Freire, 1987).

Categorias D e G: Impactos e Problemas Socioambientais		
Subcategorias	Descrição e Unidades de Registro	Unidade de Contexto
Poluição ambiental	Contaminação do solo, da água e do ar; descarte inadequado	Vanádio, Enxofre, Cloro, Zinco, Germânio, Hélio
Danos à saúde e à fauna	Doenças, proliferação de vetores, morte de animais	Vanádio, Cobalto, Lítio, Argônio, Hidrogênio, Ferro, Níquel
Alterações ambientais e climáticas	Enchentes, aquecimento global, catástrofes	Potássio, Cálcio, Hélio, Neônio, Escândio
Responsabilidade social	Problema coletivo, consciência ambiental	Cálcio, Hélio, Lítio, Carbono, Potássio, Cobalto
Consumo e geração de resíduos	Relação entre produção, consumo excessivo e lixo	Lítio, Berílio, Carbono, Níquel, Ferro, Germânio
Ação do poder público	Atuação do governo, coleta, políticas públicas	Potássio, Neônio, Escândio, Cobalto, Zinco

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Categoria F – Conceitos científicos

Esta categoria destaca a apropriação progressiva dos conceitos químicos e sua aplicação em situações reais. As falas evidenciam que os estudantes compreenderam as propriedades e classificações das substâncias químicas presentes nos resíduos e conseguiram relacioná-las a fenômenos ambientais concretos: “Os gases que poluem o ar vêm de reações químicas, então a Química ajuda a entender o que está acontecendo.” e “Aprendemos que o solo e a água ficam contaminados por causa das substâncias químicas que o lixo solta.” Essas manifestações mostram a construção do conhecimento científico contextualizado, característica fundamental das QSC (Reis, 2004).

Ao analisar a contaminação do ar, do solo e da água, os alunos compreenderam a importância de processos químicos como decomposição, oxidação, emissão de gases tóxicos e reações de combustão, elementos que aproximam o conteúdo curricular da realidade ambiental (Santos, Schnetzler, 2010). Com base nisso, de acordo com Zabala (1988), a aprendizagem torna-se significativa quando o estudante reconhece o valor social do conhecimento. Assim, observa-se que o ensino de Química, ao ser trabalhado de modo problematizador, favorece a compreensão e a transformação do meio.

Quadro 7 - Análise das respostas de traços de aprendizagem sobre problemas socioambientais e alternativas sustentáveis (Méheus; Psillos, 2024).

Categoria F: Conceitos Científicos		
Subcategorias	Descrição e Unidades de Registro	Unidade de Contexto
Composição da matéria	Átomos, moléculas, substâncias	Fósforo, Potássio, Neônio, Escândio, Cálcio, Cobalto, Ferro, Vanádio, Lítio
Classificação dos resíduos	Orgânico, reciclável, rejeito	Germânio, Hidrogênio, Cloro, Enxofre, Hélio, Zinco, Níquel
Processos químicos	Separação, reciclagem, transformação	Cobalto, Vanádio, Fósforo, Escândio, Zinco
Propriedades dos materiais	Tipo de material, resistência, reutilização	Germânio, Cloro, Enxofre, Hidrogênio, Hélio

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Categoria H – Alternativas Sustentáveis

Nesta categoria, observa-se o amadurecimento do pensamento crítico e da postura cidadã dos estudantes. As respostas demonstram a transição de um discurso pautado apenas no ato de “reciclar” para uma visão mais ampla de sustentabilidade e responsabilidade coletiva: “Tem que reduzir o consumo e não só reciclar.”; “A logística reversa ajuda porque faz o produto voltar para quem fez,

e a gente evita mais lixo.”; “Aprendemos que sustentabilidade também é pensar nas leis e no futuro.” Com isso, o uso de termos como “logística reversa”, “redução do consumo” e “reaproveitamento de materiais” evidencia o avanço conceitual e atitudinal dos participantes. Essa evolução está alinhada à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e às competências socioambientais propostas pela BNCC e pelo Currículo de Pernambuco (Brasil, 2018; Pernambuco, 2018)

A partir disso, a formação de cidadãos conscientes, capazes de propor ações sustentáveis, confirma que a SD promoveu a integração entre o conhecimento científico e a ação cidadã, conforme defendem Zabala (1988) e Freire (1998). Desse modo, a categoria “Alternativas Sustentáveis” representa o ápice do processo formativo, revelando a efetividade da abordagem QSC para o desenvolvimento de competências socioambientais e éticas.

Quadro 8 - Análise das respostas para alternativas sustentáveis mediante aplicação de SD, intervenções pedagógicas programadas.

Categorias H		
Subcategorias	Descrição e Unidades de Registro	Unidade de Contexto
1. Ações de conscientização	Educação, informação e campanhas de conscientização	Germânio, Hélio
2. Redução, reutilização e reciclagem.	Separação de resíduos, redução no consumo e reutilização	Germânio, Lítio, Carbono
3. Uso de tecnologias ambientalmente adequadas.	Processos e materiais que Diminuem impactos	Neônio, Potássio

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O processo de análise das respostas dos estudantes, fundamentado na QSC Lixo, revelou uma progressão possivelmente evidente do pensamento, articulando as categorias a priori (concepções prévias e percepção de problema) com as categorias a posteriori (conceitos científicos, impactos e alternativas sustentáveis).

Inicialmente, a Categoria C (Percepção de Problema) evidencia uma visão restrita do conceito de resíduo, limitada à ideia de “sujeira” ou “resto” (C1), mas já aponta para a percepção de risco e impacto, estabelecendo o primeiro elo com o contexto social. A Categoria A (Conhecimento Científico/Característica de Problema), por sua vez, estabelece a base para o desenvolvimento do pensamento crítico, ao indicar que os estudantes já reconhecem problemas como

situações complexas, que exigem reflexão e múltiplas soluções, aspectos essenciais para abordar uma QSC.

A transição para as categorias a posteriori demonstra a transformação do conhecimento em ação cidadã. A Categoria F (Conceitos Científicos) revela que, após a intervenção, os estudantes não apenas assimilaram conceitos de composição da matéria e classificação dos resíduos, mas também conectaram a Química aos processos químicos ambientais, como decomposição e reciclagem, mostrando a contextualização do saber.

Essa apropriação conceitual se articula diretamente com as Categorias D e G (Impactos e Problemas Socioambientais), nas quais a visão se expande de problemas pessoais para o reconhecimento de poluição ambiental, danos à saúde e, de forma crucial, responsabilidade social e ação do poder público.

Por fim, a Categoria H (Alternativas Sustentáveis) representa o ápice do processo formativo, traduzindo o conhecimento científico (F) e a consciência de impacto (D e G) em propostas de intervenção prática, como redução, reutilização e reciclagem, bem como ações de conscientização, confirmando a efetividade da SD na formação de cidadãos científicos críticos e atuantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que o estudo evidenciou que a aplicação da SD sobre resíduos sólidos urbanos como QSC promoveu a articulação entre conceitos químicos e problemáticas socioambientais, atendendo ao problema e aos objetivos da pesquisa. Inicialmente, os estudantes apresentavam percepções simplistas sobre lixo e resíduo. A partir disso, a intervenção permitiu que essas visões evoluíssem para um entendimento fundamentado, no qual foram diferenciados resíduos de lixo, compreendidos materiais orgânicos e inorgânicos e reconhecida a importância da coleta seletiva.

Tendo em vista isso, destaca-se que os principais resultados mostram que os estudantes passaram de uma percepção superficial para análises críticas sobre a produção, coleta e destino dos resíduos, relacionando-os à poluição, à saúde pública e ao contexto local. A experiência prática, incluindo a visita a um CTR, fortaleceu a compreensão conceitual e a capacidade de tomada de decisão consciente. Além disso, o estudo revelou avanços na discussão sobre alternativas sustentáveis, com a incorporação de conceitos como logística reversa, redução do consumo e reciclagem, indicando o fortalecimento da formação cidadã.

Destaca-se ainda que, entre as limitações, o número reduzido de estudantes participantes e a curta duração da intervenção, que podem restringir a generalização dos resultados e a consolidação de conceitos a longo prazo. Entretanto, a pesquisa contribui para a área de ensino de Química ao demonstrar que a abordagem baseada em QSC favorece a aprendizagem contextualizada, o desenvolvimento do pensamento crítico e a integração entre ciência e sociedade, oferecendo subsídios valiosos para futuras práticas pedagógicas e pesquisas voltadas à sustentabilidade e à formação de cidadãos conscientes.

Contributions of a didactic sequence on the socioscientific issue of waste for the civic education of high school students in the context of chemistry teaching

ABSTRACT

Socioscientific Issues (SSI) enable a critical approach to topics related to science, society, and the environment, encompassing ethical, political, and cultural aspects. In the context of Chemistry teaching, they contribute to the discussion of real-world problems, such as solid waste, by articulating scientific knowledge with civic education. This study aimed to analyze the effectiveness of a Didactic Sequence based on the socioscientific issue of waste as a strategy for the civic education of high school students. To this end, a proposal focusing on solid waste and its socio-environmental implications was developed and implemented with 21 students. The results indicated an expansion of scientific knowledge, strengthening of argumentative skills, and encouragement of responsible attitudes, such as reflection on disposal and recycling practices. It is concluded that the proposal fostered meaningful learning and critical socio-environmental awareness, highlighting Chemistry as a tool to understand and intervene in reality.

KEYWORDS: Urban Solid Waste. Chemistry Education. Scientific Citizenship.

Contribuciones de una secuencia didáctica sobre la cuestión sociocientífica de los residuos para la formación ciudadana de estudiantes de educación secundaria en el contexto de la enseñanza de la química

RESUMEN

Las Cuestiones Sociocientíficas (CSC) permiten abordar temas relacionados con la ciencia, la sociedad y el medio ambiente desde una perspectiva crítica, incorporando dimensiones éticas, políticas y culturales. En la enseñanza de la Química, constituyen una estrategia que favorece el análisis de problemáticas reales, como los residuos sólidos, articulando los conocimientos científicos con la formación ciudadana. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la eficacia de una Secuencia Didáctica basada en la CSC de los residuos como estrategia para la educación ciudadana de estudiantes de Educación Secundaria. Para ello, se diseñó e implementó una propuesta centrada en los residuos sólidos y sus implicaciones socioambientales, en la que participaron 21 estudiantes. Los resultados evidenciaron una ampliación de los conocimientos científicos, el fortalecimiento de la capacidad argumentativa y la promoción de actitudes responsables, tales como la reflexión sobre la disposición adecuada de los residuos y el reciclaje. Se concluye que la propuesta favoreció un aprendizaje significativo y el desarrollo de una conciencia socioambiental crítica, destacando el papel de la Química como herramienta para comprender e intervenir en la realidad.

PALABRAS CLAVE: Residuos Sólidos Urbanos. Enseñanza de la Química. Ciudadanía Científica.

REFERÊNCIAS

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

Batinga, V. T. S.; Barbosa, T. V. S. Questão sociocientífica e emergência da argumentação no Ensino de Química. **Química Nova na escola**, 2021. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_1/05-AEQ-87-20.pdf. Acesso em: 11 mar. 2026.

Brasil. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2022.

Caffagni, C. W. A. Qual a função social da escola? Reflexões de nuances sociais e políticas a respeito da instituição escolar. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 32, n. 122, 2024. DOI: 10.1590/S0104-40362024003204250

Carvalho, L. M. O.; Carvalho, W. L. P. (orgs.). **Formação de Professores e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 2012.

Chizzotti, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006.

Conrado, D. M.; Nunes-Neto, N. (org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/n7g56>. Acesso em: 03 jan. 2026.

Dionne, H. **A pesquisa-ação para o desenvolvimento local**. Brasília, DF: Líber, 2007.

Dolz, J.; Noverraz, M.; Schneuwly, B. **Seqüências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento**. In: Schneuwly, B.; Dolz, J. Gêneros orais e escritos na escola. Tradução de Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado das Letras, 2004.

Dubost, J. **Intervention psycho-sociologique**. Paris: PUF, 1987.

Freire, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

Gouveia, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503–1510, jun. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014>. Acesso em: 30 jan. 2026.

Hodson, D. Going beyond STS: towards a curriculum for socio-political action. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 85-98, 2004.

Jesus, Y. L.; Carvalho, W. L. P.; Carvalho, L. M. O. O lugar da moral nas pesquisas em questões sociocientíficas no ensino de ciências: uma revisão sistematizada da literatura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 30, n. 2, p. 411-441, 2025.

Layrargues, P. P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; Layrargues, P. P.; CASTRO, R. S. (org.). Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002. p. 179-220.

Martins, L. C. *et al.* Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.4, n.3, p.220-9, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2001000300008>. Acesso em: 12 fev. 2026.

Miranda, J. C. A coleta seletiva e reciclagem de lixo na escola: uma atividade prática. In: **Anais do VIII EPEB - Biologia e cidadania: contextos de ensino e produção científica**, São Paulo, 2002.

Minayo, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

Mota, G. F; *et al.* Os resíduos sólidos urbanos como uma ferramenta de contextualização para o ensino de química ambiental. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)**, v. 8, p. 49-61, 2018.

Pérez, M. **Biofilme e Macrófitas como Ferramenta de Biorremediação em Ecossistemas Aquáticos e Tratamento de Esgotos**. 2015. 164f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/9094>. Acesso em: 23 mar. 2026.

Pernambuco. Secretaria de Educação. **Currículo de Pernambuco: ensino médio**. Recife: Secretaria de Educação de Pernambuco, 2018.

Poças, C. D. **Utilização da tecnologia de wetlands para o tratamento terciário: controle de nutrientes**. 2015. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002739024>. Acesso em: 19. fev. 2026.

Pozo, J. I. (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Rêgo, R. C. F.; Barreto, Maurício L.; Killinger, Cristina Larrea. O que é lixo afinal? Como pensam mulheres residentes na periferia de um grande centro urbano. **Cadernos de saúde pública**, v. 18, p. 1583-1591, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/4HxmR9FHvhYM3NbsSrtvgTH/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 29. mar. 2026.

Reis, P. **Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de Aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida**. 2004. 488f. Tese (Doutorado) – Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.

Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 4-27, 2004.

Santos, W. L. P.; Schnetzler, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

Sousa, K. R. P.; Vasconcelos, S. M.; Brito, S. M. D. Educação Ambiental e Ensino de Ciências: o lixo como tema gerador de uma sequência didática nas aulas de química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, 2020, vol. 11, no 6, p. 268-288. Disponível em:

<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2653>.

Acesso em: 07 mar. 2026.

Thiollent, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2011.

Vestfahl, J. L. *et al.* Estudos de Caso no Ensino de Química e na Educação Ambiental: questões científicas e sociocientíficas. **Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química**-ISSN 2318-8316, n. 42, 2023. Disponível em: <https://edeq.com.br/submissao2/index.php/edeq/article/view/350>. Acesso em: 29 jan. 2026.

Zabala, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Zanotto, R. L.; Silveira, R. M. C. F.; Sauer, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Revista Ciência e Educação**, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160030011>. Acesso em: 04 fev. 2026.

Recebido: 23/05/2026

Aprovado: 20/07/2026

DOI: 10.3895/rtr.v11n0.21837

Como citar: ALBUQUERQUE, E. B.; ALBUQUERQUE, C. L.; SANTOS, W. C.; DINIZ, D. M. A.; JÚNIOR, A. I. Contribuições de uma sequência didática sobre a questão sociocientífica do lixo para a formação cidadã de estudantes do ensino médio no contexto do ensino de química. **Revista Transmutare**. Curitiba, v. 11, e21837, p. 1-22, 2026. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rtr>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Eric Beltrão de Albuquerque
eric_albuquerque@yahoo.com.br

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

