

ANÁLISE DAS RELAÇÕES CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) NAS QUESTÕES DE QUÍMICA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO EDIÇÃO 2021

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY (STS) IN THE CHEMISTRY QUESTIONS OF THE NATIONAL HIGH SCHOOL EXAM 2021 EDITION

Brenda Silva Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco
brendaoliveira994@gmail.com

Ruth do Nascimento Firme

Universidade Federal Rural de Pernambuco
ruth.nascimento@ufrpe.br

Resumo

O ENEM é uma avaliação utilizada como instrumento de ingresso à educação superior. Nesta pesquisa, também é concebido como indicador da presença da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino médio, mais especificamente no ensino de Química. Portanto, o objetivo desse trabalho é analisar, nas questões relativas aos conteúdos químicos do Enem edição 2021, as temáticas exploradas, aspectos abordados, e relações CTS estabelecidas. Metodologicamente, realizou-se uma pesquisa documental com abordagem qualitativa que considerou dados quantitativos. Para as análises foram considerados pressupostos da Análise Textual Discursiva. Realizadas as análises, pode-se dizer que: a maioria das questões contemplara diferentes temáticas, com predominância da temática poluição ambiental; a maioria das questões explorou aspectos científicos e tecnológicos; e relações Ciência-Tecnologia, Ciência-Sociedade, Tecnologia-Sociedade e Ciência-Tecnologia-Sociedade foram identificadas, com predominância da primeira. Nesse sentido, considerando que na abordagem CTS as três dimensões são articuladas, conclui-se que esse tipo de abordagem parece ser ainda incipiente no ensino de Química.

Palavras chave: abordagem CTS, Exame Nacional do Ensino Médio, química.

Abstract

ENEM is an assessment used as a tool for entry to higher education. This research, is also conceived as an indicator of presence of the Science-Technology-Society (STS) approach in high school, more specifically chemistry education. Therefore, the objective of this work is

analyze, in questions related to chemistry content of Enem 2021 edition, themes explored, aspects addressed, and CTS relationships. Methodologically, documentary research was carried out with qualitative approach that considered quantitative data. For analysis, assumptions of Textual Discourse Analysis were considered. After analysis, it can be said: most of the questions contemplated different themes, with predominance of theme environmental pollution; most of the questions explored scientific and technological aspects; relations Science-Technology, Science-Society, Technology-Society, and Science-Technology-Society were identified, with predominance of first one. This sense, considering in CTS approach the three dimensions are articulated, we conclude that this type of approach seems to be still incipient in teaching of chemistry.

Key words: STS approach, National High School Exam, chemistry.

Introdução

Ao longo dos anos, o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico tem sido apontado como principal instrumento para atingir avanços na sociedade em diferentes áreas, como saúde, agricultura e qualidade de vida. Em contrapartida, esses avanços estão envolvidos com problemáticas ambientais, como, por exemplo, acidentes nucleares, derramamento de petróleo, produção de agrotóxicos, etc. É nesse contexto que desde meados nos anos 60 do século XX o papel do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade vem sido discutido.

A ciência e tecnologia são desenvolvidas em razão das necessidades sociais, refletindo em mudanças econômicas, políticas, sociais e influenciando as relações, atitudes e formas de pensar e agir da maior parte da sociedade (GIL PÉREZ; VILCHES, 2003). Um exemplo disso foi a relevância da ciência e da tecnologia frente a necessidade da vacinação que emergiu na pandemia da Covid-19 que demandou o estudo da doença do coronavírus, seus efeitos e formas de combate como a produção de vacinas.

Entretanto, um fato preocupante observado no contexto pandêmico da Covid-19 é o discurso construído em alguns setores políticos e na dinâmica social que propaga uma visão negacionista de ciência. De acordo com Andrade (2019), a ciência vivencia uma crise de confiança em sociedades polarizadas, como no cenário brasileiro, em que a ciência sofre constantes ataques. E essa visão negacionista pode interferir na relação das pessoas com a ciência.

Nesse contexto torna-se necessária uma educação científica que contribua para uma formação cidadã e esclarecedora sobre as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico e a sociedade em suas dimensões sociais, ambientais, políticas, éticas e econômicas. Nessa perspectiva, destaca-se a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), considerando que essa abordagem visa promover a alfabetização científica, “desenvolver uma visão holística e integradora da Ciência” e torná-la relevante na vida dos estudantes (VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA; MARTINS, 2011, p. 14).

Para o ensino de Química, por exemplo, é posto que o seu objetivo:

[...] é preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações químicas necessárias para a sua participação na sociedade tecnológica em que vive. Neste sentido, o ensino levaria o aluno a compreender os fenômenos químicos mais diretamente ligados à sua vida

cotidiana, a saber manipular as substâncias com as devidas precauções, a interpretar as informações químicas transmitidas pelos meios de comunicação, a compreender e avaliar as aplicações e implicações tecnológicas, a tomar decisões diante dos problemas sociais relativos à Química. (SANTOS; SCHNETZLER, 1998, p. 101).

Pode-se dizer, nessa conjuntura, que o objetivo do ensino de Química converge para o que é esperado pela abordagem CTS, dado que esta busca possibilitar uma abordagem de aspectos éticos, morais, sociais, econômicos e ambientais relacionados aos conceitos químicos (SANTOS; SCHNETZLER, 1998). Nesse sentido, considera-se que uma formação cidadã pode ocorrer por meio “da incorporação ao currículo de reflexões críticas sobre as complexas relações entre ciência-tecnologia-sociedade – CTS [...]” (MENDES; SANTOS, 2015, p.174).

Um parâmetro que pode indicar aproximações entre o ensino de Química e a abordagem CTS é o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Para Bizzo *et al.* (2013), o Enem pode ser utilizado como indicador da formação científica básica dos alunos e da qualidade do ensino das Ciências da Natureza nas escolas. Portanto, considerando a disciplina de Química, um dos componentes da área das Ciências da Natureza, entende-se que o Enem pode ser instrumento indicador de como os conteúdos químicos têm sido articulados às questões tecnológicas, sociais, ambientais, políticas, etc. numa perspectiva de formação cidadã.

O Enem surge com finalidade de avaliar o desempenho dos estudantes ao término da educação básica, após a reformulação sofrida em 2009, torna-se o principal instrumento de ingresso à educação superior, apresentando uma proposta de “democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de Ensino Superior, possibilitar a mobilidade acadêmica, e induzir a reestruturação dos currículos do Ensino Médio” (MARCELINO; RECENA, 2012, p.150).

Portanto, considerando a relevância da abordagem CTS no ensino de Química na Educação Básica para a formação cidadã e o Enem como indicador do “se” e do “como” as relações CTS estão presentes em suas questões, essa pesquisa foi conduzida buscando respostas para a seguinte questão: como temáticas, aspectos e relações CTS estão estabelecidas nas questões relativas aos conteúdos químicos do caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem na edição 2021?

Na busca de respostas para a questão de pesquisa, tem-se o objetivo de analisar, nas questões relativas aos conteúdos químicos do caderno de Ciências da Natureza e suas tecnologias do Enem na edição 2021, as temáticas exploradas, os aspectos abordados, e as relações CTS estabelecidas. Optou-se pela edição 2021, dado que ela foi a última edição até o momento da realização dessa pesquisa, a edição mais recente.

Espera-se que os resultados dessa pesquisa contribuam para a discussão sobre a abordagem CTS no ensino de Química e na formação inicial ou continuada de professores de Química.

A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Desde meados do século XX uma série de acontecimentos desencadeados pelo progresso científico e tecnológico tem gerado conflito na sociedade e suscitado agravamentos de problemas ambientais. Nesse contexto, segundo Fernandes e Marques (2009), surgiu o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) na Europa e América do Norte. Embora com abordagens diferentes, esse movimento compartilhava “a necessidade de questionar concepções tradicionais de ciência e tecnologia que as entendem como fontes incondicionais de bem-estar social” e questionar o modelo linear de desenvolvimento que considera que o desenvolvimento

científico gera mais desenvolvimento tecnológico e este, no que lhe concerne, acarreta mais desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, gera maior bem-estar social (AULER, 2007, p. 8).

O Movimento CTS volta-se para “os aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais que influem na mudança científico-tecnológica, como no que diz respeito às conseqüências sociais e ambientais” (BAZZO *et al.*, 2003, p. 119). Nesse sentido, o movimento e estudos CTS vêm se desenvolvendo em três direções: no campo da pesquisa, no campo da política pública e no campo da educação (BAZZO *et al.*, 2003). No campo educacional esse movimento proporcionou, a partir da década de 1950, a construção de novos currículos de ensino de ciências que buscaram incorporar conteúdos CTS visando educar cidadãos capazes de opinar nos processos sociais e tecnológicos daquela época (KRASILCHIK, 1987).

O objetivo da abordagem CTS é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SOLOMON, 1993; YAGER, 1993; AIKENHEAD, 1994; SANTOS e SCHNETZLER, 1997 apud SANTOS; MORTIMER, 2002).

Santos (2001) discute o sistema CTS a partir de três subsistemas, os quais são:

1. O sistema tecno-científico: relativo às relações entre a ciência e a tecnologia, considerando que são dimensões de natureza diferentes, mas que se influenciam mutuamente. Em outras palavras, a ciência e a tecnologia são interdependentes à medida que:

- Os avanços e o poder de uma se transformam em avanços e poder da outra.
- Conjugam a sanção de verdade com a de eficácia.
- São condição e consequência uma da outra; a ciência cria novos seres técnicos e a técnica cria novas linhas de objetos científicos.
- Ambas recorrem aos conhecimentos e aos processos técnicos existentes para continuá-los ou refutá-los.
- Cada uma serve de recurso para a outra, criam instrumentos uma para a outra.
- Exigem equipes interdisciplinares que incluem cientistas e tecnólogos.
- A ‘ciência estratégica’ tem se aproximado da tecnologia na medida em que tem privilegiado cada vez mais o aspecto operativo (SANTOS, 2001, p. 64) (Aspas da autora) (Tradução nossa).

2. O sistema sócio-científico: relativo às relações entre a ciência e a sociedade, considerando que a ciência atualmente não pode ser concebida fora do contexto da sociedade, da “argumentação, do conhecimento intensivo emergente, da comunicação, da globalização, do ambiente simbólico, do consumismo...” (SANTOS, 2001, p. 64). Para Santos (2001), as relações entre ciência e sociedade são concebidas na perspectiva da:

- Compreensão pública da ciência.
- Implicação em ações práticas com tomada de decisões.
- Contextualização do conhecimento científico nas práticas do cotidiano.
- Compreensão da ciência como empresa social.
- Aproximação cultural da ciência.
- Compreensão do que aproxima e separa ciência, pseudociência e não ciência (SANTOS, 2001, p. 66) (Tradução nossa).

3. O sistema sócio-tecnológico: relativo às relações entre a tecnologia e a sociedade,

considerando que a sociedade pode funcionar como motor da tecnologia e a tecnologia pode funcionar como motor da sociedade. Isso porque o modo de produção tecnológico “incorpora opções da sociedade e produz nestas grandes mudanças sociais e culturais” (SANTOS, 2001, p. 69). Portanto, para Santos (2001, p. 66):

As controvérsias sociais relacionadas com a técnica não podem concentrar-se em questões de eficácia, benefício, riscos e regulamentação. Importa ter em conta que os produtos da atividade tecnológica têm que satisfazer critérios externos diversos, como por exemplo, os impactos ambientais (SANTOS, 2001, p. 66) (Tradução nossa).

É a partir da junção desses três desses subsistemas que a autora apresenta o sistema CTS considerando-o como um sistema constituído de relações entre ciência, tecnologia e sociedade que se influenciam mutuamente.

Na perspectiva da abordagem CTS considera-se que o ensino de ciências, e mais especificamente o ensino de Química, tem potencial para contribuir na formação cidadã do estudante, ao tempo em que ele “tem o direito de preparar-se para a possibilidade de participar, de algum modo, nas aventuras intelectuais da ciência e da tecnologia que marcam o curso de sua vida”, a partir de sua condição de “interpretar e discutir explorações tecnocientíficas contemporâneas [...]” (SANTOS, 2001, p. 71). Por isso, enfatiza-se a pertinência das relações CTS serem inseridas no ensino de ciências, e mais especificamente, no ensino de Química na perspectiva da formação para a cidadania.

Nessa conjuntura, à medida que a sociedade se transforma surge a necessidade de reformular o ensino de Ciências. Considerando os avanços científicos e tecnológicos, é desejável que o ensino de ciências, e mais especificamente o ensino de Química, se adeque a realidade da sociedade. Tem-se em vista que a educação é dinâmica e deve ser continuamente pensada criticamente e reinventada como projeto coletivo e prática social. Portanto, o Enem pode ser um indicador de mudanças no âmbito do ensino, pois se constitui como uma avaliação do próprio sistema educacional, que envolve estudantes, professores, escola, material didático, currículo escolar, sociedade e formação de professores.

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

A primeira aplicação do Enem tem origem na LDB, Lei 9.394/96 (BRASIL, 1996), que promoveu inovações estruturais e organizacionais às Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), as quais orientam a reorganização curricular em áreas do conhecimento buscando romper com a visão de um ensino descontextualizado e fragmentado. O exame surge com objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da Educação Básica, para aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2002). O Enem era destinado aos estudantes concluintes ou egressos do Ensino Médio, sua realização não era obrigatória, e avaliava, especificamente, as competências e habilidades desenvolvidas, transformadas e fortalecidas com a mediação da escola.

O Enem é aplicado nacionalmente. Até o ano de 2008 era realizado em apenas um dia e composto por uma redação e uma parte objetiva constituída por 63 questões interdisciplinares organizadas em 5 competências e 21 habilidades. Essas questões eram estruturadas através da relação dos conteúdos das quatro áreas do conhecimento: Linguagem e códigos e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e Matemática e suas Tecnologias. Conforme o Documento Básico do ENEM:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências. (BRASIL, 2002, p.11).

Em 2009 nasce o Novo Enem com uma reestruturação de fundamentos metodológicos e teóricos aproximando-se dos pressupostos das DCNEM e dos PCNEM dado que, segundo esses documentos, um dos objetivos do Ensino Médio é o desenvolvimento de conhecimentos práticos e contextualizados em cada área do conhecimento que respondam às necessidades da vida contemporânea, a uma cultura geral e uma visão de mundo (BRASIL, 1999). Com a reestruturação do Novo Enem, essas alterações persistem até hoje, em 2022, e a partir disso a prova passa a ser conhecida como o “Novo Enem”.

Desse modo, o exame não tem a finalidade de avaliação do sistema educacional, mas pode-se utilizar os resultados para acompanhar a qualidade do Ensino Médio, desenvolver indicadores acerca da educação, direcionar a implementação de políticas públicas, como também ser utilizado como referencial para reformulações no currículo do Ensino Médio (BROIETTI; SANTIN; PASSOS, 2014). Portanto, o Novo Enem passa a ser fundamental para o ingresso ao ensino superior em qualquer região do país, adquirindo o caráter de exame nacional por meio do Sistema de Seleção Unificada (SISU).

A estrutura do Novo Enem é construída a partir de uma Matriz de Referência (BRASIL, 2009) em torno de 5 eixos cognitivos comuns às áreas do conhecimento. O exame passou a ser aplicado em dois dias e composto por uma redação e 180 questões organizadas em um conjunto de quatro blocos de 45 questões sendo avaliadas com base em 30 habilidades, onde cada bloco é constituído de componentes curriculares distintos que compõem uma área do conhecimento. As propostas da Matriz de Referência, segundo Maceno et al. (2011), corroboram as competências e habilidades e propõem o que se espera para o Ensino das Ciências, pois está pautada em princípios da interdisciplinaridade, da contextualização e da articulação entre ciência e tecnologia e suas múltiplas relações.

Quanto às habilidades e competências descritas pela Matriz de Referência para o ensino de Química, na área da CNT, observam-se relações entre o conhecimento científico com suas implicações sociais, econômicas e ambientais, direcionando ao pensamento crítico e responsabilidade social (MACENO et al., 2011). As questões permitem ao estudante interpretar, analisar dados, argumentar e tomar decisões tendo em vista que, nas orientações curriculares (BRASIL, 2006, p. 109), espera-se que, no Ensino Médio “a Química seja valorizada, na qualidade de instrumento cultural essencial na educação humana, como meio coparticipante da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade”.

Metodologia

As questões dessa investigação referem-se ao como temáticas, aspectos e relações CTS estão estabelecidas nas questões de Química do Enem Edição 2021. Desse modo, realizou-se uma pesquisa com abordagem qualitativa que considerou dados quantitativos. Adicionalmente, esta pesquisa caracteriza-se como documental, dado que se utilizou como fonte de dados os documentos oficiais voltados ao processo avaliativo do Enem, edição 2021. Mais

especificamente, utilizou-se as questões do caderno da prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias relacionadas aos conteúdos químicos.

Na realização desta pesquisa seguiu-se três etapas metodológicas. Na primeira etapa, iniciou-se na seleção da edição do ENEM. A edição selecionada foi a de 2021, considerando como critério o fato de ser a edição mais recente.

Em seguida, na segunda etapa, procedeu-se a identificação das questões do ENEM edição 2021 do caderno de prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias relacionadas aos conteúdos químicos. Para essa identificação foram considerados os objetos de conhecimento referentes a Matriz de Referência e as habilidades da competência 7 da área de CNT relacionada à apropriação dos conhecimentos químicos em situações problemas. Foram identificadas dezesseis questões da prova azul de Química na edição do Enem 2021. Contudo, dessas, duas não estabeleciam nenhum tipo de relações CTS. Portanto, foram analisadas quatorze questões correspondentes a 89,5% do total das questões, as quais foram: 91, 95, 97, 101, 103, 106, 111, 116, 117, 124, 130, 133, 134 e 135.

Na terceira etapa, a etapa de organização e análise dos dados das questões do ENEM da edição 2021 relativas à disciplina de Química, optou-se pela Análise Textual Discursiva (ATD). ATD é uma abordagem que se insere entre a análise de discurso e a análise de conteúdo e constitui um exercício de produção de novos sentidos por meio dos significados, da intenção e do conhecimento do pesquisador no atendimento dos objetivos da análise (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Portanto, por meio da ATD, realizou-se, inicialmente, leituras do caderno de provas de CNT do ENEM edição 2021 com vistas à fragmentação das questões relacionadas aos conteúdos químicos, identificadas anteriormente a partir dos critérios adotados para essa identificação.

Em seguida, analisou-se as questões em termos das temáticas exploradas, dos aspectos abordados e das relações CTS estabelecidas. Vale ressaltar que as categorias analíticas relativas às relações CTS estabelecidas foram definidas *a priori* a partir de referenciais teóricos da abordagem CTS que fundamentam essa pesquisa. Nesse sentido, elas estão descritas no Quadro 1:

Quadro 1: Descrição das categorias analíticas

Categorias	Descrição
Relação Ciência-Tecnologia	Relações que descrevem a influência da ciência sobre a tecnologia e a influência da tecnologia sobre a ciência.
Relação Ciência-Sociedade	Relações que descrevem a influência da ciência sobre a sociedade e a influência da sociedade sobre a ciência.
Relação Tecnologia-Sociedade	Relações que descrevem a influência da tecnologia sobre a sociedade e a influência da sociedade sobre a tecnologia.
Relação Ciência-Tecnologia-Sociedade	Relações que descrevem as mútuas influências entre ciência, tecnologia e sociedade.

Fonte: Autoras (2022)

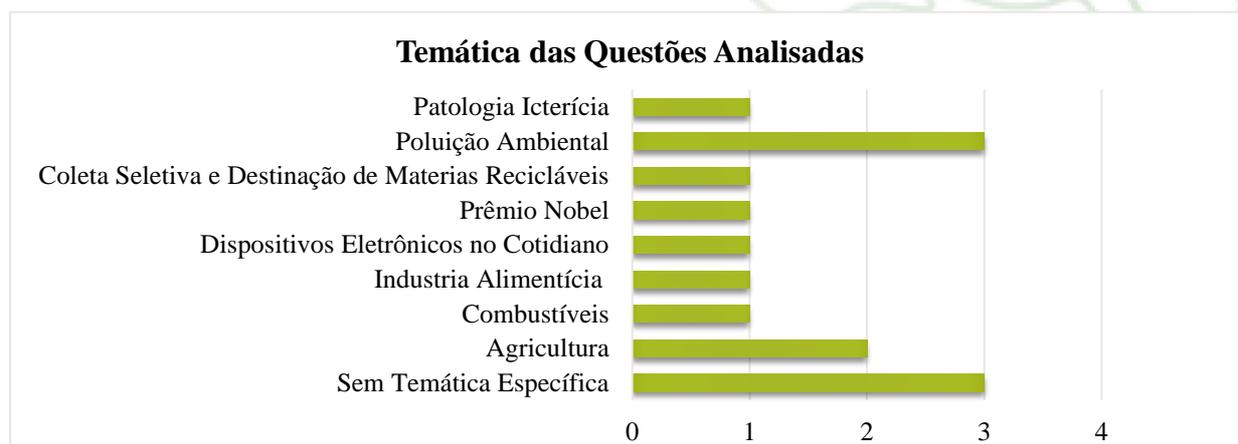
E então, a partir dessa categorização apresentada no quadro 1, buscou-se analisar as relações CTS estabelecidas nas questões relativas aos conteúdos químicos do caderno de Ciências da Natureza e suas tecnologias do ENEM na edição 2021.

Análise e discussão dos resultados

Os resultados dessa pesquisa são discutidos considerando-se, inicialmente, as temáticas exploradas. Em seguida, os aspectos abordados. E por fim, as relações CTS estabelecidas.

A partir das análises das quatorze questões, pode-se destacar que três questões não trouxeram temáticas específicas. Para as onze questões restantes, foram identificadas as seguintes temáticas: agricultura (Questões 91 e 95); combustíveis (Questão 124); indústria alimentícia (Questão 130); dispositivos elétricos do cotidiano (Questão 133); prêmio Nobel (Questão 135); coleta seletiva e destinação de materiais recicláveis (Questão 111); poluição ambiental (Questões 97, 116, 117); patologia Icterícia (Questão 106). Diante das temáticas abordadas, observa-se um maior número de questões associadas à temática poluição ambiental, seguido da temática agricultura, presente em duas questões. A distribuição das temáticas identificadas é apresentada no Gráfico 1:

Gráfico 1: Temática das questões analisadas



Fonte: Autoras (2022)

Nesse sentido, um primeiro resultado dessa pesquisa foi fato de que a maioria das questões (onze delas) esteve articulada a uma temática. As questões articuladas a uma temática social buscam dar significados aos conteúdos químicos, constroem compreensão de problemáticas em que o aluno está inserido, não apenas em suas experiências cotidianas e sim no sentido do contexto histórico, social e cultural. Esse é um resultado positivo dado que abordagem temática pode contribuir “[...], para participação, o maior comprometimento social e a integração entre disciplinas [...]” (MACENO et al., 2011, p. 154).

Quanto aos aspectos explorados nas questões, pode-se dizer que aspectos científicos foram identificados em doze questões (Questões 91, 95, 97, 101, 103, 106, 116, 124, 130, 133, 134 e 135), aspectos tecnológicos foram identificados em treze questões (Questões 91, 97, 101, 103, 106, 111, 116, 117, 124, 130, 133, 134 e 135), e aspectos sociais em seis questões (95, 97, 106, 111, 116, 117).

Portanto, um segundo resultado dessa pesquisa refere-se ao fato de que a maioria das questões explora aspectos científicos e tecnológicos, dado que apenas seis questões exploram aspectos sociais. Entretanto, segundo Santos e Mortimer (2002), é fundamental relacionar a ciência e a tecnologia com aspectos sociais. Isso porque:

Um estudo das aplicações da ciência e da tecnologia, sem explorar as dimensões sociais, podem propiciar uma falsa ilusão de que o aluno compreende o que é ciência e tecnologia. Esse tipo de abordagem pode gerar uma visão deturpada sobre a natureza desses conhecimentos, como se estivessem inteiramente a serviço, do bem da humanidade escondendo e defendendo, mesmo sem intenção, os interesses econômicos daqueles que desejam manter o status quo. (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.121).

Quanto às relações CTS estabelecidas nas questões, oito delas enquadraram-se na categoria Ciência-Tecnologia. A questão 91 (Figura 1), por exemplo, aborda a temática agricultura relacionada a uma técnica utilizada para um sistema de cultivo, por meio de soluções nutritivas sem a utilização do solo, e para a absorção de nutrientes da planta é fundamental a preparação de uma solução nutritiva com o pH adequado. A situação-problema descrita refere-se à correção do pH na solução preparada por meio da adição de ácidos ou bases, e a questão propõe uma análise dos dados expostos na tabela relativa às espécies químicas e seus determinados pH.

As relações nela estabelecidas são Ciência-Tecnologia, dado que explora aspectos científicos e tecnológicos, abordando uma discussão que contempla conhecimentos científicos acerca das transformações químicas e o equilíbrio ácido-base e aspectos tecnológicos para aplicações de técnicas na correção do pH das soluções nutritivas.

Figura 1: Questão 91

Questão 91 enem2021

No cultivo por hidroponia, são utilizadas soluções nutritivas contendo macronutrientes e micronutrientes essenciais. Além dos nutrientes, o pH é um parâmetro de extrema importância, uma vez que ele afeta a preparação da solução nutritiva e a absorção dos nutrientes pelas plantas. Para o cultivo de alface, valores de pH entre 5,5 e 6,5 são ideais para o seu desenvolvimento. As correções de pH são feitas pela adição de compostos ácidos ou básicos, mas não devem introduzir elementos nocivos às plantas. Na tabela, são apresentados alguns dados da composição da solução nutritiva de referência para esse cultivo. Também é apresentada a composição de uma solução preparada por um produtor de cultivo hidropônico.

Espécies químicas	Concentração, mmol/L	
	Composição de referência (5,5 < pH < 6,5)	Solução nutritiva preparada (pH = 4,3)
Macronutrientes	N (NH ₄ ⁺)	1,0
	P (H ₂ PO ₄ ⁻)	1,0
	K ⁺	6,0
	Ca ²⁺	4,0
	SO ₄ ²⁻	2,0
Micronutrientes	Fe ²⁺	90 × 10 ⁻³
	Cl ⁻	-
		4,5 × 10 ⁻³

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência. Rio de Janeiro: LTC, 2012 (adaptado).

Para correção do pH da solução nutritiva preparada, esse produtor pode empregar uma solução de

- ácido fosfórico, H₃PO₄.
- sulfato de cálcio, CaSO₄.
- óxido de alumínio, Al₂O₃.
- cloreto de ferro(II), FeCl₂.
- hidróxido de potássio, KOH.

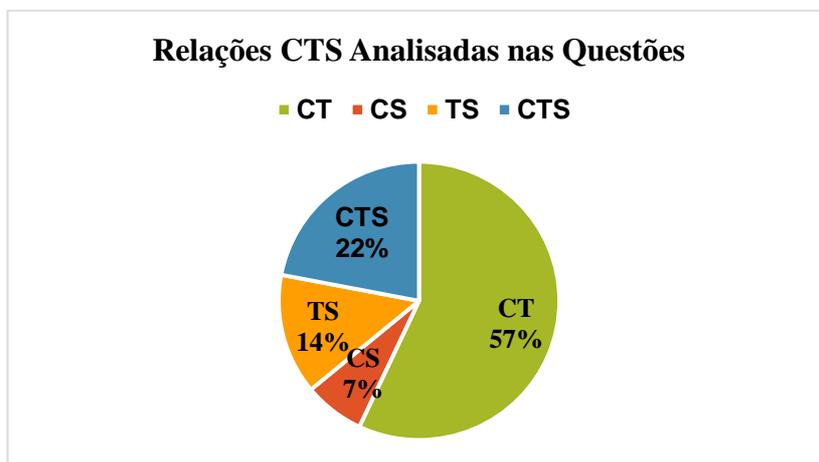
Fonte: Enem edição 2021 – Caderno de prova azul de Ciências da Natureza e suas Tecnologia

A partir das análises realizadas nas demais questões quanto às relações CTS estabelecidas, destaca-se que das quatorze questões do Enem analisadas, oito abordaram relações Ciência-

Tecnologia (Questões 91, 101, 103, 124, 130, 133, 134 e 135), uma abordou relações Ciência-Sociedade (Questão 95), duas relações Tecnologia-Sociedade (Questões 111 e 117), e três relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (Questões 97, 106 e 116).

Em termos percentuais, a identificação das respectivas relações está apresentada no Gráfico 2:

Gráfico 2: Relações CTS nas questões analisadas



Fonte: Autoras (2022)

Portanto, um terceiro resultado dessa pesquisa refere-se às relações CTS estabelecidas nas questões analisadas. A relação Ciência-Tecnologia foi preponderantemente estabelecida nas questões. Adicionalmente, apesar de que a maioria das questões tenha se dirigido a alguma temática, os aspectos sociais não foram contemplados nelas.

Nesse sentido, retomando a questão de pesquisa que conduziu essa investigação (como as temáticas, os aspectos, e as relações CTS estão estabelecidas nas questões relativas aos conteúdos químicos do caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem na edição 2021?), pode-se dizer que: a maioria das questões explora uma temática, com predominância da poluição ambiental; os aspectos abordados predominantes foram os científicos e tecnológicos; e as relações CTS estabelecidas na maioria das questões foi a relação ciência-tecnologia, ou seja, a maioria das questões explorou aplicações de procedimentos tecnológicos em diferentes situações para que, através da apropriação do conhecimento químico, possa interpretá-los.

O resultado das relações CTS estabelecidas corrobora o estudo de Mascio (2009, p. 76) quando menciona que a “composição da prova do Enem não parece permitir abordar a Química de forma [...], promotora de reflexões mais profundas acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade”.

Em síntese, os resultados obtidos nesta pesquisa aparecem sinalizar que no âmbito do Ensino Médio, a abordagem CTS, aquela que articula ciência e tecnologia no âmbito social, ainda é uma abordagem incipiente no ensino de Química.

Considerações Finais

Na pesquisa em tela analisou-se, nas questões relativas aos conteúdos químicos do Enem na edição 2021, as temáticas exploradas, os aspectos abordados, e as relações CTS estabelecidas,

considerando este exame como indicador da presença da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino médio brasileiro, mais especificamente no ensino de Química.

A análise dos resultados mostrou que a maioria das questões analisadas contemplou diferentes temáticas, com predominância da temática relativa à poluição ambiental. Quanto aos aspectos explorados nas questões analisadas, pode-se dizer que a maioria das questões explorou aspectos científicos e tecnológicos. E quanto às relações CTS estabelecidas, encontrou-se evidências de relações do tipo Ciência-Tecnologia, Ciência-Sociedade, Tecnologia-Sociedade e Ciência-Tecnologia-Sociedade, com predominância da relação Ciência-Tecnologia. Portanto, destaca-se que a maioria das questões analisadas não permite reflexões mais amplas acerca das inter-relações entre a ciência, tecnologia e sociedade.

E esse resultado pode sinalizar obstáculos para a inserção da abordagem CTS no ensino de Química quando se pensa na formação da cidadania por meio da apropriação de conceitos químicos, situando-os no contexto social e tecnológico.

Ao considerar o Enem como um indicador do como as abordagens de ensino estão sendo materializadas no ensino de Química, a partir dos resultados dessa pesquisa, pode-se dizer que a inserção da abordagem CTS, aquela que tem como foco as relações CTS, parece ainda incipiente no ensino de Química brasileiro.

Nesse sentido, destaca-se a relevância da realização de novas pesquisas sobre as relações CTS nas próximas edições do Enem.

Referências

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**. v. 1, número especial, 2007.

ANDRADE, R. Resistência à ciência. Pesquisa FAPESP, ano 20, n. 284, p. 16-21, out. 2019. Disponível em: < <https://revistapesquisa.fapesp.br/resistencia-a-ciencia/>>. Acesso em: 11 novembro 2022.

BAZZO, Walter Antonio. et al. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madrid. **Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura** (OEI), 2003. 172p.

BIZZO, N; et al. Que conhecimentos e habilidades estão em teste no enem? Análise de Performance Induzida Reversa. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 415-419, 2013.

BRASIL. **Lei Federal nº 9394/96**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+**. Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias: Brasília, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). **Documento Básico**. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de Referência para o ENEM 2009**. Brasília, 2009.

FERNANDES, S.; MARQUES, C. Ciência, tecnologia e sociedade e a perspectiva freireana de educação: possíveis convergências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 7, 2009, Florianópolis (SC). **Anais...**: Florianópolis (SC): ABRAPEC, 2009. p. 1-12.

GIL-PÉREZ, D.; VICHES, A. Contribuição da educação secundária à formação de cidadãos e cidadãos para uma sociedade sustentável. In: MACEDO, B. (Org.). **Cultura científica: um direito de todos**. Brasília: UNESCO Brasil, OREALC, MEC, MCT, 2003.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EDUSP, 1987.

MACENO, N. G. et al. A matriz de referência do ENEM 2009 e o desafio de recriar o currículo de química na educação básica. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 153-159, 2011.

MARCELINO, L.V.; RECENA, M.C.P. Possíveis influências do novo ENEM nos currículos educacionais de química. **Estudo em avaliação educacional**. v.23, n. 53, p.148-177, set/dez 2012.

MASCIO, C. C. **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): articulações entre a educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e as propostas educacionais nacionais para o ensino de química**. 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. CTS, questões sociocientíficas e argumentação na educação em ciências. In: GONÇALVES; MACÊDO; SOUZA. (Orgs.) **Educação em Ciências e Matemáticas: debates contemporâneos sobre ensino e formação de professor**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

SANTOS, W.; MORTIMER, E. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **A formação do cidadão e o ensino de CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Ijuí: Unijuí, 1998.

SANTOS, M. E. V. M. dos. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade. In: MEMBIELA, P. **Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnologia-sociedade: formación científica para la ciudadanía**. Madri, Editora; Narcea, 2001.

VIEIRA, R. M; TENREIRO-VIEIRA, C.; MARTINS, I. **A educação em ciências com orientação CTS: atividades para o ensino básico**. Porto: Areal Editores, 2011.