desenvolvimento curricular e didática

VII SIACTS

Eje 1
Educación CTSA para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

Dimensões ambientais em uma sequência de ensino de Física CTSA

Environmental dimensions in a STSE Physics lesson sequence

Fábio Ramos da Silva
Instituto Federal do Paraná, campus de Foz do Iguaçu
fabio.silva@ifpr.edu.br
https://orcid.org/0000-0002-0158-1279

Marcos Cesar Danhoni Neves
Universidade Estadual de Maringá
macedane@yahoo.com
https://orcid.org/0000-0002-3724-5373

Josie Agatha Parrilha da Silva
Universidade Estadual de Ponta Grossa
josieaps@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0002-8778-6792

Resumo:

Este trabalho apresenta uma análise que tem como base alguns resultados advindos de uma atividade de ensino que envolvia a problemática dos transportes em massa. Esta atividade integrou uma sequência de ensino de Física com uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) que teve como tema a 'Fisica dos transportes'. O objetivo principal do trabalho é contribuir para o debate sobre a potencialidade da educação científica na promoção de uma formação cidadã vinculada às questões ambientais. Sessenta estudantes do ensino médio integrado à educação profissional participaram da pesquisa. Os dados consistiram nas produções escritas pelos estudantes durante a investigação da problemática apresentada e os dados colhidos foram analisados por meio da análise de conteúdo. Os resultados destacam que os estudantes consideraram dimensões amplas da situação em questão, dando indícios da produção de compreensões que levaram em conta várias facetas da complexa relação entre a humanidade e o meio ambiente.

Palavras-chave: CTSA; Ensino de Física; preocupações socioambientais; Ensino Médio.

Abstract:

The present work presents an analysis which is based on some results from a teaching experience involving the issue of mass transportation. Such activity integrated a lesson sequence of Physics with a STSE approach (Science, Technology, Society and Environment) whose

desenvolvimento curricular e didática

VII SIACTS

Eje 1
Educación CTSA para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

theme was 'Transport Phenomena'. The main objective of the work is to contribute to the debate regarding the potential of scientific education in promoting citizenship education linked to environmental issues. Sixty students from a high school integrated with professional education participated in the study. The data consisted of the written productions by the students during the investigation of the presented problem. The collected data were analyzed through content analysis. The results highlighted the fact that the students considered broad dimensions of the issue in focus, giving evidence of the production of understandings that took into account several perspectives of the complex relationship between humanity and the environment.

Keywords: STSE; Physics teaching; socio-environmental issues; High-school teaching.

Resumen:

Este trabajo presenta un análisis que se basa en algunos resultados de una actividad docente que incluyó el problema del transporte masivo. Esta actividad integró una secuencia de enseñanza de Física con un enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente) cuyo tema fue 'La Física del transporte'. El propósito del artículo es contribuir al debate sobre el potencial de la educación científica en la promoción de la educación ciudadana vinculada a cuestiones ambientales. Sesenta estudiantes de secundaria participaron en la investigación. Los datos consistieron en las producciones escritas por los estudiantes durante el análisis del problema presentado y fueron categorizados mediante análisis de contenido. Los resultados destacan que los estudiantes consideraron amplias dimensiones de la situación en cuestión, evidenciando la producción de entendimientos que tomaron en cuenta varias facetas de la compleja relación entre la humanidad y el medio ambiente.

Palabras clave: CTSA; enseñanza de Física; preocupaciones socioambientales; Escuela secundaria

Introdução

A educação em ciências CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) é uma concepção educacional oriunda da década de 80 do século passado que almeja renegociar os objetivos da educação científica, buscando a potencialização do processo natural de compreensão da realidade e do tempo nos quais se vive, visando o empoderamento dos cidadãos para se engajarem em questões problemáticas que envolvam a ciência e a tecnologia (Aikenhead, 2006). A repercussão dos objetivos educacionais CTS impulsionou a discussão de graves questões ambientais imbricadas com o desenvolvimento contemporâneo da ciência e da tecnologia e das suas relações com a sociedade. Assim, alguns pesquisadores e educadores defenderam o acréscimo da letra 'A' ao acrônimo CTS resultando na sigla CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), como uma maneira de realçar a urgência e a importância dessas problemáticas para o enfrentamento da situação de emergência planetária, almejando o desenvolvimento sustentável das sociedades (Aikenhead, 2003; Vilches, Gil-Pérez e Praia, 2011).

No Brasil, as abordagens de ensino CTSA têm se mostrado como uma estratégia para a inclusão de discussões acerca de temas ambientais na educação científica escolar (Silva; Cavalari

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

e Muenchen, 2015). Por outro lado, algumas investigações destacam fatores que vem dificultando a inserção dessas discussões no ensino de ciências, sobretudo no nível médio, como a crença de professores de Física em formação de que a problemática ambiental pouco tem a ver com o ensino de Física, relacionando-se quase que exclusivamente com a Biologia, Geografia e Ecologia (Silva e Carvalho, 2012), e as crenças ingênuas ou simplistas de professores de Química em formação acerca das relações CTSA que podem anular a aspiração de um trabalho docente futuro que contemple essas questões (Nunes e Dantas, 2012). Refletir sobre este cenário controverso e buscar alternativas para o mesmo ganha importância na contemporaneidade ao se considerar que o desafio oficial de inclusão da educação ambiental de modo transversal nos currículos educacionais data de mais de 20 anos no Brasil (Brasil, 1999).

A dificuldade em dar relevo às urgentes questões socioambientais na educação e na vida cidadã em geral não é uma particularidade brasileira, como assinalam Vilches, Gil-Perez, Toscano e Macias (2008). Os autores elencam em seu trabalho alguns obstáculos que estão dificultando as mudanças de atitude e de comportamento dos cidadãos, incluindo educadores, cientistas e políticos com relação à problemática ambiental, abarcando as suas causas e a proposição de enfrentamentos adequados. As reflexões dos autores se dão no contexto de viabilização da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005 – 2014) proposta pela ONU (Organização das Nações Unidas) e são um chamado para se romper com a inércia e negacionismos em alguns casos que se observa ao redor do mundo.

Frente a urgência da problemática ambiental e da necessidade de conscientização a partir de mudanças individuais e coletivas, alguns encaminhamentos educacionais vêm sendo desenvolvidos desde o século passado com o objetivo de formar os estudantes para a cidadania, considerando a complexidade e urgência das questões ambientais na contemporaneidade. A educação ambiental, a educação em ciências CTS/CTSA, a educação para a sustentabilidade, dentre outros, são exemplos de repercussões educacionais desse escopo (Bourscheid e Farias, 2014). Neste sentido, este trabalho traz um relato e a análise de alguns dados coletados durante o desenvolvimento de uma sequência de ensino de Física CTSA com alunos do ensino médio integrado à educação profissional com o objetivo de contribuir para o debate sobre a potencialidade da educação científica na promoção de uma formação cidadã que esteja vinculada com os desafios contemporâneos, sobretudo, as questões socioambientais e o desafio de se promover o desenvolvimento sustentável das sociedades.

A abordagem de ensino que se relata neste artigo teve como tema a 'Física dos transportes' e dentre as várias atividades que fizeram parte dela os estudantes vivenciaram uma situação de ensino na qual era necessário investigar uma questão relacionada com os impactos socioambientais dos transportes em massa, procurando alternativas aos problemas por eles identificados e apontando as alternativas mais viáveis. Este processo envolvia o escrutínio das proposições e o apontamento de justificativas e condicionantes que explicavam a decisão tomada. Os resultados do trabalho sinalizam para a consideração por parte dos estudantes de dimensões amplas durante a investigação da problemática em questão, integrando fatores naturais, sociais, científicos e tecnológicos. Percebe-se também a influência da estrutura da atividade, baseada em Aikenhead (1988), na produção e explicitação dessas compreensões.

desenvolvimento curricular e didática

VII SIACTS

Eje 1
Educación CTSA para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

Contextualização teórica

A educação em ciências CTS consiste em uma concepção educacional com origem na década de 80 do século passado que visa a humanização dos currículos da educação científica por meio da renegociação dos seus objetivos e sentidos educacionais da tradicional formação pré-profissional para a potencialização do processo natural de compreensão do mundo e do tempo em que vivemos, buscando uma formação cidadã que se engaje com os desafios de nossa época (Aikenhead, 2006). Como as relações CTS dependem dos contextos sociais, muitos atores viram a necessidade de acrescentar a letra 'A' de ambiente na sigla de modo a melhor representar as suas preocupações e os desafios regionais e globais percebidos (Aikenhead, 2003; Vilches, Gil-Pérez e Praia, 2011). No mesmo sentido, a perspectiva CTSA pode ser compreendida como uma ponte que aproxima a educação científica com práticas e objetivos da educação ambiental e da educação para a sustentabilidade, dentre outras vertentes educacionais preocupadas com a problemática e complexa relação humana com o ambiente (Bourscheid e Farias, 2014).

Com relação as abordagens de ensino CTS/CTSA, Aikenhead (1988; 1994) apresenta uma estrutura pedagógica que fornece alguns subsídios para o desenvolvimento de atividades didáticas relacionadas. Segundo o autor, os objetivos, os conteúdos, a estrutura e a sequência das atividades de ensino devem contemplar aspectos CTS/CTSA do currículo e da realidade percebida, visando uma educação mais humanística das ciências comprometida com os desafios sociais e ambientais contemporâneos. Em resumo, os arranjos curriculares e didáticos CTS/CTSA na educação em ciências têm vislumbrado como escopo a formação de cidadãos para a participação ativa nas sociedades cada vez mais influenciadas pela ciência e pela tecnologia, com grandes desafios na promoção da democracia e da sustentabilidade. Os conteúdos CTS/CTSA das atividades costumam contemplar desde o funcionamento de artefatos e processos tecnológicos até questões sociais e ambientais controversas que envolvem a ciência e a tecnologia, passando pelas questões sociais, históricas e filosóficas da própria epistemologia da ciência (Aikenhead, 2006). A estrutura das proposições didáticas passa por um balanço entre a importância que é dada aos conteúdos tradicionais das ciências e aos conteúdos CTS/CTSA, indo da inclusão incidental de questões CTS/CTSA nas aulas de ciências, como espécies de exemplos de contextualização, até situações nas quais a análise de problemáticas CTS/CTSA são o cerne das atividades e a discussão de algum conhecimento canônico fica subordinada à necessidade de compreensão da questão CTS/CTSA. A sequência das atividades deve considerar questões sociais relacionadas com a ciência e a tecnologia e a discussão de conhecimentos científicos e tecnológicos devem permitir uma visão mais ampliada da problemática analisada.

No Brasil, alguns autores se têm inspirado nas reflexões de Aikenhead (1994) para desenvolver experiências educativas CTS e CTSA; Bernardo, Vianna e Silva (2011) elaboraram um projeto de ensino e de formação de professores de Física que enfocava questões sociocientíficas, de modo semelhante, Gouveia e Silva (2011) realizaram um projeto de formação contínua com professores de Física do nível médio que tinha como tema a problemática das

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

ilhas de calor nas cidades, Souza e Teixeira (2014) desenvolveram uma sequência didática em Biologia para a discussão de conhecimentos da genética por meio de questões CTS. Em comum, esses trabalhos mostram a potencialidade das abordagens CTS/CTSA para engajar os estudantes e professores nas discussões das problemáticas sociais e ambientais apresentadas e para a valorização dos conteúdos científicos e tecnológicos na compreensão das situações contextuais.

Mais recentemente, Strieder e Kawamura (2017) mapearam os parâmetros e os propósitos de trabalhos educacionais brasileiros alinhados com a perspectiva CTS/CTSA publicados em revistas e anais de congressos. Com relação aos parâmetros educacionais das proposições, as autoras apontam que as investigações e intervenções educacionais costumam se balizar pela discussão acerca dos limites e potencialidades da racionalidade científica, do desenvolvimento tecnológico e da participação social frente às mais diversas problemáticas. Já os objetivos das intervenções educacionais se voltam em geral para o desenvolvimento de percepções acerca das relações entre o conhecimento científico escolar e o contexto dos estudantes, de questionamentos sobre questões relacionadas à cidadania e do estabelecimento de compromissos sociais diante de problemas considerados.

Como as abordagens CTSA dão relevo às questões socioambientais é importante compreender como os discursos e as percepções externalizadas nas situações de ensino costumam explicar a relação humana com o ambiente. Segundo Moraes (2002), muitos discursos entendem a degradação ambiental como devida à ação humana isolada, desconsiderando os seus condicionamentos sociais e históricos, uma visão que poderia ser resumida como uma espécie de maldade humana; essa visão é nomeada pelo autor de 'naturalismo'. O 'tecnicismo' seria a tendência de compreender a questão ambiental como sendo um problema de gestão tecnocrata, ou seja, independente de questões sociais e à espera de especialistas competentes e tecnologias adequadas. O 'romantismo' corresponde aos discursos que vinculam a preservação ambiental a uma espécie de tomada de consciência voluntariosa, ou seja, sobrevaloriza a vontade humana frente aos contextos sociais e históricos. Assim, vê-se a necessidade de que esses discursos que simplificam a problemática da questão ambiental evoluam para uma perspectiva que considere o meio ambiente como sendo uma totalidade em constante mudança, resultado das relações sociais e naturais que dão forma à sua realidade complexa (Loureiro, 2005).

Este olhar ampliado e dinâmico sobre a problemática ambiental parece se alinhar com a síntese de medidas apresentadas por Vilches et al. (2008) como sendo necessárias para a busca por um futuro sustentável. Assim, as propostas por um futuro sustentável devem contemplar as seguintes facetas: o desenvolvimento científico-tecnológico, como um meio para desenvolver energias limpas, otimizar processos, reutilizar matéria prima, etc.; ações educacionais que visam mudar atitudes e comportamentos com relação à conscientização cidadã, consumo responsável, ativismo, etc.; políticas adequadas à preservação ambiental, como os acordos internacionais e locais para a regulação da ação humana e erradicação da pobreza extrema. Os autores lembram que essas três instâncias são interdependentes, não sendo possível descuidar de uma em detrimento das outras.

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

Metodologia

Este trabalho relata o desenvolvimento de uma sequência de ensino de Física CTSA que tinha como tema a 'Física dos transportes' e apresenta uma análise sobre alguns resultados advindos dela. A metodologia da sequência didática fundamentou-se em Aikenhead (1988; 1994) e Strieder e Kawamura (2017). A metodologia da pesquisa é de natureza qualitativa, baseando-se na análise de conteúdo (Bardin, 2016). Sessenta estudantes do ensino médio integrado à educação profissional participaram da pesquisa; 30 deles tinham em média 16 anos e cursavam o segundo ano do curso técnico em edificações. A outra metade tinha em média 18 anos e cursava o quarto ano do curso técnico em informática. A questão de pesquisa que este artigo procura responder pode ser resumida como: quais seriam as dimensões consideradas pelos estudantes na análise da problemática apresentada? Elas dão indícios de uma compreensão abrangente ou reduzida da relação humana com o ambiente?

Metodologia da sequência didática

A sequência didática se inspirou nos trabalhos de Aikenhead (1988; 1994) e de Strieder e Kawamura (2017) e desenvolveu-se na disciplina de Física durante o primeiro semestre de 2018 em uma escola técnica federal brasileira. 'A Física dos transportes' foi o tema desta abordagem, tendo como objetivo geral produzir uma compreensão acerca da Física dos movimentos em um contexto mais amplo, que contemplasse o funcionamento físico de meios de transporte do interesse dos estudantes, como patins, avião, skate e bicicleta, e de problemas ambientais devidos aos transportes em massa.

Os conteúdos CTSA da abordagem contemplaram questões sociais, filosóficas e históricas da comunidade científica, conhecimentos sobre os artefatos tecnológicos e questões sociais e ambientais relacionadas com a ciência e tecnologia (Aikenhead, 1994; Strieder e Kawamura, 2017). Os conteúdos científicos escolares enfocaram a discussão das Leis do movimento de Newton e a lógica de multiplicação de forças das máquinas simples como as alavancas e as polias. A seguir, estes conteúdos ficam mais claros com a descrição das atividades da abordagem no texto do artigo. A estrutura de integração da sequência de ensino se aproximou da categoria 'disciplina singular por meio de conteúdo CTS' segundo a classificação de Aikenhead (1994), devido a um relativo equilíbrio entre a ênfase que foi dada aos saberes canônicos de Física e aos conteúdos CTSA nos processos de ensino e de avaliação, assim como o envolvimento de uma única disciplina, a Física no caso.

A sequência das atividades de ensino da abordagem teve como ponto de partida uma discussão relacionada com o contexto social e histórico da elaboração da mecânica newtoniana, ou seja, acerca dos principais fatores sociais e econômicos que teriam influenciado muitos dos problemas da mecânica na época de Newton, seguindo para o desenvolvimento de investigações sobre os aspectos tecnológicos e científicos relacionados com o funcionamento das máquinas simples e com diversos meios de transportes contemporâneos, e por fim, na investigação de uma problemática socioambiental contemporânea relacionada com os impactos dos transportes em massa. A figura 1 apresenta um esquema da sequência de ensino.

desenvolvimento curricular e didática

VII SIACTS

Eje 1
Educación CTSA para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

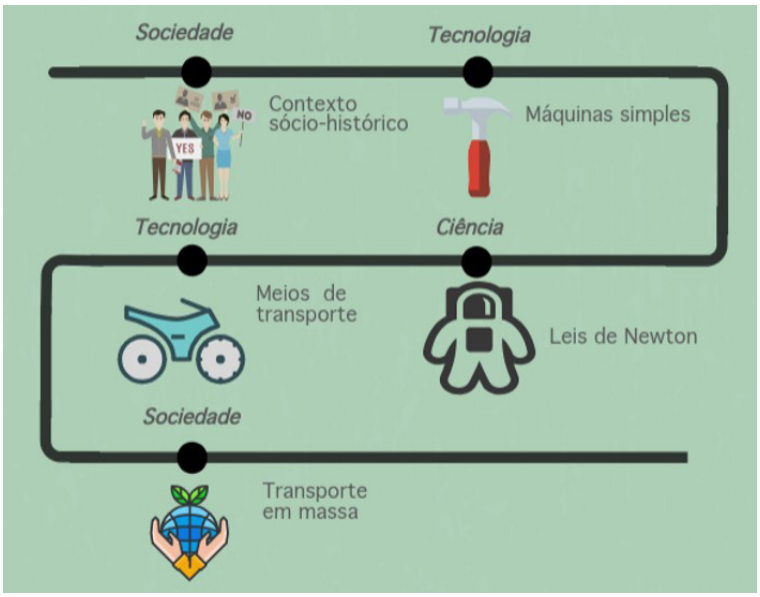

Figura 1: Um esquema para as atividades da sequência de ensino com uma abordagem CTSA.
Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020)

A primeira atividade consistiu na apresentação aos estudantes do texto “As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton” de Boris Hessen (1984). O autor sumariza, neste manuscrito, os principais condicionantes sociais e econômicos europeus na época da elaboração dos Princípia como pertencendo a três grandes setores produtivos, o setor dos transportes, da indústria de mineração e da indústria de guerra. Os estudantes estudaram o texto em grupos e apresentaram aos colegas a compreensão deles posteriormente. Cada grupo dedicou-se ao estudo de um dos setores explorados no texto de Hessen, tendo a responsabilidade de compartilhar essas informações com os colegas.

A seguir, os estudantes investigaram o funcionamento das alavancas e polias em atividades experimentais realizadas no laboratório de Física da escola. Discutiu-se que as máquinas simples eram muito importantes na época de Newton (e ainda são) como meios para potencializar a capacidade produtiva humana, assim como as limitações que esses aparatos possuem. Na sequência, discutiram-se as Leis de Newton e as suas implicações na compreensão dos movimentos por meio de aulas tradicionais de Física, incluindo a resolução de exercícios padrão de lápis e papel. Essas atividades se basearam nos conteúdos canônicos e em metodologias que são tradicionais na educação científica.

Considerando que o desenvolvimento do setor de transportes fez parte do contexto social da elaboração da mecânica newtoniana (Hessen, 1984) e está mais próximo do mundo vivencial dos estudantes em comparação com os setores industriais da mineração e metalurgia, optou-se por eleger a discussão de aspectos ligados aos meios de transportes como o assunto das atividades posteriores. Assim, inicialmente sugeriu-se aos estudantes que escolhessem um meio de transporte contemporâneo que os interessasse e que procurassem investigar o seu funcionamento, incluindo a mecânica do seu movimento. O trabalho foi realizado em grupos, incluindo um momento de

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

pesquisa e de apresentação dos resultados aos colegas de classe. Os estudantes investigaram o movimento de vários meios de transporte como bicicleta, patins, skate, avião, submarino, trens de levitação magnética, dentre outros.

Por fim, apresentou-se aos estudantes uma atividade que consistia na investigação de problemas sociais e ambientais contemporâneos relacionados com a utilização massiva dos meios de transportes. Seguindo a sugestão de Aikenhead (1988), a atividade trazia uma questão problema que demandava o elenco e escrutínio de alternativas para a problemática. Posteriormente, os estudantes deveriam se decidir por uma das alternativas, justificando essa opção. Esta atividade foi realizada em grupos, contemplando a escrita de um trabalho e a apresentação e discussão dos resultados junto aos colegas de classe.

Metodologia da pesquisa

A atividade que gerou os materiais que dão base à análise inspirou-se na proposta didática de Aikenhead (1988) para tomadas de decisão em contextos CTSA. O autor apresenta uma estrutura que auxilia os estudantes na investigação de uma problemática, elencando alternativas, indicando os seus aspectos positivos e problemáticos e explicitando os motivos que justificam a tomada de decisão por uma das alternativas previamente listadas. A atividade realizada apresentou a seguinte questão problema aos estudantes: como amenizar os impactos ambientais, tornar mais eficiente e democrático os a) longos deslocamentos no transporte coletivos; b) deslocamentos curtos no transporte individual; c) deslocamentos longos em transporte individual; d) viagens longas entre cidades, estados e países? Os estudantes trabalharam em grupos sendo que cada grupo elegeu a investigação de um tipo de deslocamento. A atividade incluiu uma etapa de pesquisa, de escrita de um trabalho - que consistiu no material analisado neste artigo - e de apresentação e discussão dos resultados com os colegas.

O corpus da pesquisa consistiu em 13 produções escritas pelos grupos de estudantes; seis trabalhos foram produzidos pela turma do curso de edificações e sete foram advindos da turma do curso de informática. A análise dos materiais baseou-se na análise categorial (Bardin, 2016), buscando responder à pergunta de pesquisa: Quais seriam as dimensões consideradas pelos estudantes na investigação da problemática apresentada? Elas dão indícios de uma compreensão abrangente ou reduzida da relação humana com o ambiente? A análise dividiu as informações dos estudantes em duas instâncias, o elenco das alternativas e a justificativa dada para a tomada de decisão, ou seja, a escolha pela alternativa mais adequada. Para dar viabilidade à análise categorial, elegeram-se as frases dos trabalhos escritos como sendo as unidades de registro e as relações CTSA e os discursos e compreensões sobre a problemática ambiental (Moraes, 2002; Loureiro, 2005; Vilches et al., 2008) como a unidade de contexto. Assim, o texto das produções foi recortado em suas frases, dando origem a 358 unidades de registro relacionadas à proposição de alternativas, das quais 187 foram classificadas, e a 32 unidades de registro para as tomadas de decisão, sendo que 28 foram analisadas. Essas unidades foram submetidas à análise categorial, gerando por indução categorias que foram chamadas de dimensões em um nível mais geral,

desenvolvimento curricular e didática

VII SIACTS

Eje 1
Educación CTSA para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

e de subcategorias que foram denominadas como fatores desejados e desafios na análise das alternativas e de temas para a análise das tomadas de decisão.

O objetivo do processo analítico foi dar uma visão geral dos elementos que foram levados em consideração pelos estudantes durante a realização da atividade, já que as produções dos estudantes contemplaram várias facetas da questão dos transportes em massa, como os deslocamentos curtos, longos, individuais, coletivos, etc. No mesmo sentido, a análise buscou explorar as informações que surgiram devido a estrutura da atividade inspirada em Aikenhead (1988), procurando indícios da produção de uma compreensão ampliada da problemática que contemplasse relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Resultados

O quadro 1 traz as categorias que foram geradas no processo de análise das informações relacionadas com o elenco das alternativas apresentadas pelos estudantes diante da problemática apresentada. As unidades de registro foram agrupadas primeiramente em três categorias gerais que foram denominadas de dimensões. Na sequência, as unidades de registro de cada dimensão foram agrupadas em subcategorias que foram rotuladas como fatores desejados e desafios. Assim, produziu-se uma classificação que traz informações em um nível mais geral e em um nível mais específico, auxiliando na compreensão do conjunto de informações. O quadro 1 traz também a quantificação das unidades de registro correspondentes a cada categoria e subcategoria.

Quadro 1: Categorias (Dimensões) e subcategorias (Fatores desejados e Desafios) para as unidades de registro relacionadas às alternativas apresentadas pelos estudantes

Dimensões	**Fatores desejados**	**Desafios**
Saúde e bem-estar (78)	Alívio trânsito (14) Qualidade de vida (10) Rapidez (7) Conforto (6) Segurança (3) Acessibilidade (2)	Problemas de saúde (9) Insegurança (8) Aspectos naturais: subidas, calor, chuvas (6) Falta de infraestrutura (3) Falta de respeito (3) Lentidão (3) Pouco cômodo (2) Dificuldade em mudar hábitos (2)
Meio ambiente (62)	Redução da emissão de gases (24) Não poluente (7) Redução do efeito estufa (4) Energia mais limpa (1) Maior eficiência energética (1)	Emissão de gases (9) Resíduos (5) Poluição (3) Impactos ambientais (3) Efeito estufa (2) Derivados petróleo (2)

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

Economia (47)	Mais econômico (10)	Grandes investimentos (9)
	Baixo custo manutenção (4)	Mais caro (8)
	Baixo custo frete (4)	Pouca autonomia (1)
	Passagens baratas (3)	Manutenção cara (1)
	Longa vida útil (3)	
	Baixo consumo (2)	
	Geração empregos (2)	

Fonte: dados da pesquisa

A classificação demonstra que os estudantes levaram em consideração a complexidade da relação humana com o meio ambiente e com o contexto social nas alternativas apresentadas por meio da indicação de fatores desejados e de desafios com relação à promoção da saúde e bem-estar humanos, ao meio ambiente e à viabilidade econômica. Com relação à dimensão denominada como saúde e bem-estar, percebe-se um destaque sobre a necessidade de se diminuir o trânsito e de amenizar os problemas da saúde humana advindos dos problemas de locomoção, como exemplificado pela unidade "*a utilização de bicicletas como meio de transporte é cada vez mais frequente em cidades grandes, pois elas contribuem para a redução da poluição, quantidade de automóveis nas ruas, consequentemente diminui congestionamentos e ainda ajuda a população a ter uma vida saudável com a prática de exercícios*". O excerto a seguir apresenta um desafio relacionado ao uso de bicicletas "*a geografia de muitas regiões também dificulta esse transporte, cidades muito acidentadas são um empecilho para quem resolve pedalar*". Na dimensão relacionada ao meio ambiente o destaque foi dado à questão da poluição causada sobretudo pelos meios de transporte movidos a combustíveis fósseis e o impacto dessas emissões no efeito estufa, como ilustrado pela unidade "*aumento no efeito estufa, devido a liberação de dióxido de carbono – CO_2*". Na dimensão econômica, a maioria das unidades de registros fizeram menção à necessidade de se diminuir o custo dos transportes e a dificuldade em se promover grandes investimentos em infraestruturas de transportes mais eficientes e menos poluentes, os registros de um trabalho que discutia a alternativa dos trens elétricos ilustram essa preocupação "*esse meio de transporte é eficiente e possui um baixo custo (por volta de R$ 1,00 a passagem), super acessível e confortável" "o obstáculo para implementação é o alto custo de construção, visto que para construir 1 km de trilhos são gastos aproximadamente R$ 6000000,00*".

Assim, segundo a análise, a proposição de mudanças no estado atual da problemática dos transportes em massa deve compreender estas três facetas, demandando decisões que levem em conta o balanço entre o que seria desejável e as dificuldades existentes. Também se observa um certo equilíbrio na quantificação das unidades de registro para cada dimensão, ou seja, pode-se compreender que essas dimensões foram tomadas como partes de um todo no conjunto das produções dos estudantes.

O quadro 2 traz a análise para as informações relacionadas à tomada de decisão dos estudantes quanto as alternativas por eles elencadas. O processo de análise dessas informações foi semelhante ao processo de analítico anterior, ou seja, primeiro as unidades de registro foram

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

classificadas em três categorias gerais que foram denominadas como dimensões e posteriormente, as unidades de registro de cada dimensão foram categorizadas em subcategorias que neste caso foram chamadas de temas. A categorização foi acompanhada pela quantificação das unidades de registro para cada categoria e subcategoria.

Quadro 2: Classificação das unidades de registro da atividade de tomada de decisão quanto às dimensões e temas

Dimensões	**Temas**
Participação social (11)	Políticas públicas (8) Mudança de hábitos (3)
Socioambiental (10)	Menor poluição (7) Benefícios à saúde (3)
Tecnologia e Ciência (7)	Mudanças de tecnologias (5) Tecnologias ligadas ao curso médio (1) Ciência e Pesquisa (1)

Fonte: dados da pesquisa

A análise mostra que os estudantes consideraram que a viabilidade de suas tomadas de decisão dependeria de três dimensões principais, a necessidade de participação social, de consideração da problemática socioambiental e a utilização de novas tecnologias. No caso da participação social, deu-se destaque à importância de políticas públicas adequadas, com o incentivos ao transporte coletivo e investimentos em transportes menos poluentes, como ilustrado pela unidade "*construção de ciclovias pelas cidades como um programa federal em parceria com os estados brasileiros*" e à mudança de comportamentos individuais, reduzindo a utilização do automóvel nos deslocamentos curtos, como exemplificado pela unidade "*Aplicação de sistemas como o car sharing (compartilhamento de carros) pela população no seu dia a dia, além de usar automóveis unicamente exclusivamente em viagens longas e de emergências*"; na dimensão socioambiental, o destaque foi dado à diminuição da poluição com a intensificação do transporte coletivo, como descrito na unidade "*transporte coletivo é o ideal enquanto sustentabilidade*" e a redução da utilização de combustíveis fósseis, seguido dos benefícios à saúde causados pela utilização de meios de transportes que são prazerosos e saudáveis, como a bicicleta, skate, patins e patinetes em algumas circunstâncias; para a dimensão denominada como tecnologia e ciência, o relevo foi dado à necessidade de mudanças nas tecnologias utilizadas atualmente, como a eletrificação de alguns meios de transporte movidos a combustão e o incentivo ao uso do gás metano em automóveis, seguidos de incentivos à pesquisa científica relacionada à problemática ambiental; o excerto "*substituir combustíveis derivados do petróleo por biometano e/ou veículos elétricos*" ilustra esta categoria. Chama a atenção a presença de uma unidade de registro que trazia a necessidade de se seguir as normas de acessibilidade nas construções, externalizando a importância de um conhecimento do curso técnico de edificações na defesa da valorização das caminhadas nos deslocamentos curtos, nas palavras dos estudantes "*políticas públicas em torno da acessibilidade de cadeirantes, pessoas com mobilidade reduzida e pedestres em geral*

desenvolvimento curricular e didática

VII SIACTS

Eje 1
Educación CTSA para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

pelas ruas das cidades, com regulação de acordo com a NBR 9050 (norma de acessibilidade) além da instalação de plataformas para cadeirantes nas principais ruas e avenidas das cidades brasileiras em que a inclinação seja menor que 9% já que a inclinação máxima para rampas com acessibilidade para cadeirantes, definida pela norma é de no máximo 8,33%".

Conclusões

O presente estudo revelou algumas dimensões socioambientais que foram levadas em conta por estudantes do ensino médio integrado à educação profissional durante a realização de uma atividade de ensino que teve como objetivo investigar uma problemática socioambiental dos transportes em massa. A atividade integrou uma sequência de ensino de Física com uma abordagem CTSA, demandando o levantamento de alternativas ao problema apresentado e a indicação da alternativa mais viável do ponto de vista dos estudantes. As análises das informações presentes nos trabalhos escritos dos estudantes dão alguns indícios que permitem responder à questão de pesquisa desta investigação. A classificação das unidades de registro relacionadas ao elenco de alternativas e às decisões indicadas pelos estudantes mostra que houve a consideração de várias facetas envolvidas na problemática, considerando a complexidade da relação humana com o ambiente. No caso das alternativas, a análise apontou que se deu relevo às questões ligadas à saúde e bem-estar humanos, aos impactos socioambientais e aos aspectos econômicos. Já a viabilização das alternativas mais adequadas demandaria processos de participação social, consideração aos impactos socioambientais e a necessidade de mudanças tecnológicas.

Assim, pode-se inferir que a análise trazida neste artigo dá um panorama da compreensão dos estudantes quanto à problemática apresentada. Esta visão contemplou vários aspectos da situação, destacando a dificuldade de se promover as mudanças que seriam do desejo deles, assim como a necessidade de processos de participação social, de valorização das questões socioambientais e de mudanças tecnológicas para a viabilização das decisões indicadas. Neste sentido, pode-se inferir que a compreensão dada pelos estudantes frente à problemática socioambiental apresentada se afasta dos discursos reducionistas relacionados com a relação humana com o ambiente (Moraes, 2002). Vale destacar que as informações colhidas e o processo de análise mostram a influência da estrutura sugerida por Aikenhead (1988) para atividades de tomada de decisão acerca de problemáticas CTSA em sala de aula no fomento de reflexões ampliadas, considerando a relação entre os aspectos sociais, ambientais, científicos e tecnológicos.

Referências

Aikenhead, G. S. (1988). *Teaching Science Through a science-technology-society-environment approach: An instruction guide*. Regina, Saskatchewan: SIDRU, Faculty of Education, University of Regina.

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

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21643

ISSN: 1647-3582

Aikenhead, G. S. (2003). STS education: A rose by any other name. In R. Cross (Ed.), *A vision for science education: responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75), New York: Routledge Press.

Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press.

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

Bernardo, J. R. R., Vianna, D. M., & Silva, V. H. D. (2011). A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sociocientíficos. In: Santos, W. L. P., & Auler, D. (Eds.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 373-393), Brasília: Editora da UnB.

Bourscheid, J. L. W., & Farias, M. E. (2014). A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. *Revista Thema*, *11*(1), 24-36.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Lei n. 9.795/1999. (1999). *Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.* Recuperado de http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321

Gouveia, M. B., & Silva, F. R. (2011). Ilhas de calor: uma abordagem na formação continuada por meio do uso da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente em sala de aula. In *Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências.* (p. 800). Campinas: Abrapec.

Hessen, B. (1984). As raízes sociais e econômicas do "Principia" de Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física,* São Paulo, *6*(1), 37-55.

Loureiro, C. F. B. (2005). Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental. *Educação & Sociedade*, *26*(93), 1473-1494. https://doi.org/10.1590/S0101-73302005000400020

Moraes, A. C. R. (2002). *Meio Ambiente e Ciências Humanas.* São Paulo: Editora Hucitec.

Nunes, A. O., & Dantas, J. M. (2012). As relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. *Educación química*, *23*(1), 85-90.

Silva, L. F., Cavalari, M. F., & Muenchen, C. (2015). Compreensões de Pesquisadores da Área de Ensino de Física sobre a Temática Ambiental e as suas Articulações com o Processo Educativo. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, *17*(2), 283-307. https://doi.org/10.1590/1983-21172015170201

Silva, L. F., & Carvalho, L. M. (2012). A temática ambiental e as diferentes compreensões dos professores de física em formação inicial. *Ciência & Educação (Bauru)*, *18*(2), 369-383. https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000200009

Souza, G. P., & Teixeira, P. M. M. (2014) Educação CTS e Genética. Elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios. Experiências em Ensino de Ciências, Cuiabá, *9*(2), 83-103.

Strieder, R. B., & Kawamura, M. R. D. (2017). Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, *10*(1), 27-56.

Vilches, A., Gil-Pérez, D., Toscano, J. C., & Macías, O. (2008). Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. *CTS*, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, *11*(4), 139-172.

Vilches, A., Gil-Pérez, D., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: Santos, W. L. P., & Auler, D. (Eds.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 161-184), Brasília: Editora da UnB.