

# Uma abordagem de ensino CTSA com o tema *Física dos transportes*

## An STSE teaching approach with the theme *Physics of Transportation*

Fábio Ramos da Silva<sup>1\*</sup>, Marcos Cesar Danhoni Neves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Curso de Licenciatura em Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Av. Araucária 780, Vila A, CEP 85600-000, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, Vila 07, CEP 87030-121, Maringá, Paraná, Brasil.

\*E-mail: [fabio.silva@ifpr.edu.br](mailto:fabio.silva@ifpr.edu.br)

### Resumo

Este artigo apresenta e discute uma abordagem de ensino de Física inspirada pela perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) com o tema a 'Física dos transportes' que integrou conteúdos CTSA, discussões sobre as Leis de Newton e investigações sobre as máquinas simples. O objetivo geral da abordagem foi produzir uma compreensão acerca da Física dos movimentos em um contexto mais amplo, contemplando o funcionamento físico de meios de transporte do interesse dos estudantes, como patins, avião, skate e bicicleta e a investigação de problemas sociais e ambientais devidos aos transportes em massa. Para isso, elaborou-se uma sequência de ensino composta por cinco atividades didáticas. A sequência de ensino foi aplicada em duas turmas do ensino médio integrado à educação profissional durante o ano de 2018. Como resultados, percebeu-se o engajamento dos estudantes nas atividades, a valorização dos saberes científicos escolares na produção das explicações para os meios transportes, a percepção da necessidade de se saber mais conhecimentos científicos e tecnológicos pelos estudantes durante a realização das atividades e a produção de compreensões ampliadas acerca da problemática ambiental e social analisada.

**Palavras-chave:** CTSA; ensino de Física; ensino médio; sequência de ensino; meios de transporte.

### Abstract

This article is a presentation and discussion regarding an approach to Physics teaching inspired by the STSE (Science, Technology, Society and Environment) perspective with the theme 'The Physics of Transportation' which integrated STSE content and discussions on Newton's Laws and simple machines. The overall objective of the approach was to produce an understanding of the Physics of movements in a broader context, which included the physical functioning of means of transportation, such as skates, airplanes, skateboards and bicycles, since they were of the students' interests, and the investigation of social and environmental problems due to mass transport. Therefore, a teaching sequence consisting of five pedagogical activities was elaborated. The teaching sequence was implemented in two classes of high school integrated with professional education in the year of 2018. As a result, the engagement of students in the activities, the appreciation of school scientific knowledge in the production of explanations for the means of transportation, the perception of the need to obtain more scientific and technological knowledge by the students during the realization of the activities, and the production of broader understandings about the environmental and social issues analyzed were perceived.

**Keywords:** STSE; Physics teaching; High-school; teaching sequence; means of transportation.

## I. INTRODUÇÃO

A educação em ciências CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) é uma concepção educacional originada nos meados dos anos 80 do século passado que tem como escopo promover uma renegociação dos objetivos da educação científica, deslocando o seu enfoque da formação pré-profissional ou preparatória para as etapas de escolarização posteriores para a potencialização e enriquecimento do processo natural de entendimento do mundo e do tempo vivenciados pelos estudantes. Assim, a educação em ciências CTS tem como perspectiva a formação de cidadãos para o enfrentamento de questões problemáticas e controversas nas quais o conhecimento sobre a ciência e a tecnologia tenham um papel relevante (Aikenhead, 2006).

A repercussão dos objetivos formativos CTS na educação em ciências fomentaram a inclusão de uma série de problemáticas sociais que envolviam ciência e tecnologia nas situações de ensino. Dentre essas preocupações, a questão contemporânea da problemática ambiental ganhou destaque de modo que alguns pesquisadores e educadores defenderam o acréscimo da letra A de Ambiente na sigla CTS, resultando no acrônimo CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Como as abordagens CTS são sempre contextuais, os autores que defendem a utilização da sigla CTSA o fazem para destacar as suas preocupações com a situação de emergência planetária e a viabilização do desenvolvimento sustentável das sociedades (Vilches, Gil-Pérez & Praia, 2011; Aikenhead, 2003).

No Brasil, as abordagens CTSA têm se mostrado como uma estratégia para a inclusão de temas ambientais nas aulas de ciências (Silva; Cavalari & Muenchen, 2015). Por outro lado, pesquisas apontam para algumas posturas ligadas à formação dos professores que estão dificultando a inserção de questões ambientais e sociais na educação científica, principalmente no ensino médio, como o entendimento de professores de Física em formação de que a problemática ambiental teria pouca relação com o ensino de Física, associando-se mais ao ensino de Biologia e Geografia (Silva & Carvalho, 2012) e as crenças ingênuas de professores de Química em formação sobre as relações CTS que podem anular a aspiração de um trabalho docente futuro que contemple tais questões (Nunes & Dantas, 2012). Este cenário controverso chama a atenção para a importância das abordagens CTSA como uma maneira de colaborar para a inserção da educação ambiental nos currículos escolares, desafio posto oficialmente a mais de 20 anos (Brasil, 1999).

Segundo Aikenhead (2006), a relativa falta de materiais didáticos CTS/CTSA é um dos fatores que tem dificultado a difusão dessa perspectiva junto aos professores de modo que a elaboração e divulgação de materiais e propostas didáticas CTS/CTSA é um processo que tem envolvido pesquisadores, governos e educadores desde os anos 80 do século passado e persiste na atualidade. Alguns projetos como o PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física) na Holanda, o *Rekindly Traditions* no Canadá (Aikenhead, 2006) e livros brasileiros como o GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) (Angotti, 1993) e o Química e Sociedade (Santos, *et al.*, 2004) são exemplos de materiais e projetos influenciados pela perspectiva CTS/CTSA voltados para o trabalho dos docentes. Vale destacar que a disponibilização de materiais por si só não garante a adesão dos educadores à uma visão mais humanística do ensino de ciências (Aikenhead, 2006).

Assim, este trabalho apresenta e discute uma abordagem de ensino de Física inspirada na concepção CTSA com o objetivo de colaborar para inclusão de temáticas sociais e ambientais no ensino de Física, por meio do relato de uma sequência de ensino. Ela é uma produção técnica advinda da tese de doutorado do primeiro autor deste artigo (Silva, 2018) e está disponível em um site eletrônico<sup>1</sup>. Duas turmas do ensino médio integrado à educação profissional participaram das atividades durante o ano de 2018. A abordagem teve a 'Física dos transportes' como tema e as Leis de Newton e a dinâmica das máquinas simples como conteúdos canônicos integrados. Atividades como a leitura e discussão de textos sobre o contexto social da época de elaboração da mecânica newtoniana, atividades experimentais investigativas, atividades de pesquisa sobre alguns meios de transportes contemporâneos e a análise de uma problemática ambiental ligada aos transportes em massa fizeram parte da sequência de ensino. Como resultados, percebeu-se o engajamento dos estudantes nas atividades, a valorização dos saberes científicos escolares na produção das explicações para os meios transportes, a percepção da necessidade de se saber mais conhecimentos científicos e tecnológicos pelos estudantes e a produção de compreensões ampliadas acerca da problemática ambiental e social analisada.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aikenhead (1994) apresenta uma discussão acerca de algumas características principais do ensino de ciências CTS, abarcando sugestões para uma estrutura pedagógica que contemple as relações CTS/CTSA, o ambiente dos estudantes e os conhecimentos canônicos da ciência escolar. Como ponto de partida, a proposição de atividades CTS/CTSA deve

<sup>1</sup><https://faramos71.wixsite.com/website>

refletir sobre os seus objetivos. Tradicionalmente, a educação científica tem elegido como objetivo a preparação dos estudantes para virtuais carreiras futuras em cursos de engenharias e de ciências, para a aprendizagem posterior de conteúdos relacionados e para a realização de exames escolares ou de seleção universitária. Mas, qual seria o objetivo da educação científica na perspectiva CTS/CTSA? Ele consiste na facilitação e enriquecimento da compreensão do mundo vivencial dos estudantes, integrando as suas facetas naturais, artificiais e sociais, tendo como horizonte o empoderamento dos sujeitos no enfrentamento de questões problemáticas que envolvam ciência e tecnologia (Aikenhead, 1988; 1994; 2006); para este autor, o processo de tentar entender o mundo e o tempo no qual se vive é intrínseco à existência humana de modo que a educação científica deve refletir e potencializar esse processo.

De maneira mais detalhada, o escopo da educação CTS envolveria as seguintes facetas (Bybee, 1985 apud Aikenhead, 1994): a) a aquisição de conhecimentos, ou seja, aprendizado de saberes científicos e tecnológicos, aprendizado sobre os mesmos; b) o desenvolvimento de habilidades de aprendizado, como reunião e análise de informações, tomadas de decisão; c) o desenvolvimento de valores e ideias, de acordo com as relações CTS e com questões locais e mundiais controversas. Para Strieder e Kawamura (2017), os principais objetivos que guiam as atividades CTS/CTSA desenvolvidas no contexto brasileiro estão relacionados com: a) o desenvolvimento de percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto dos estudantes; b) o desenvolvimento de questionamentos visando uma formação reflexiva e crítica; c) o desenvolvimento de compromissos sociais entre a educação científica e as problemáticas sociais, tecnológicas e ambientais presentes e futuras. Para as autoras, alguns parâmetros têm balizado as experiências educacionais CTS/CTSA na busca destes objetivos, como a explicitação da presença do conhecimento científico no mundo, questionando os seus benefícios e malefícios, a reflexão sobre a condução das pesquisas, com os seus produtos e suas insuficiências, a consideração do desenvolvimento tecnológico, com suas questões técnicas, organizacionais, transformações, intencionalidades e adequações sociais, a necessidade de participação social, por meio de informações, decisões individuais e coletivas, mecanismos de pressão e esferas políticas.

Porém, para viabilizar esses objetivos são necessários conteúdos. Os conteúdos que compõem as abordagens de ensino CTS/CTSA caracterizam-se pela interação entre os conhecimentos canônicos da ciência escolar, como a apresentação e discussão de teorias, exemplos de aplicações, atividades experimentais e saberes contextuais ligados às relações CTS/CTSA. Com relação aos últimos, as abordagens CTS/CTSA costumam discutir: a) artefatos tecnológicos, processos ou expertises; b) as interações entre tecnologia e sociedade; c) questões sociais relacionadas com a ciência ou a tecnologia; d) questões filosóficas, históricas ou sociais das comunidades científica e tecnológica (Aikenhead, 1994).

Estabelecidos os objetivos e os conteúdos principais de uma abordagem CTS/CTSA, uma estrutura de integração básica se faz necessária para orientar o desenvolvimento das atividades e explicitar como se dará o balanço entre os conteúdos CTS/CTSA e os conteúdos tradicionais de ciências. Aikenhead (1994) apresenta um espectro que categoriza estruturas curriculares de propostas de ensino CTS/CTSA em oito categorias, partindo da inclusão casual de aspectos CTS/CTSA nas aulas de ciências, como espécies de exemplos, até situações nas quais apenas as problemáticas CTS/CTSA são discutidas. O quadro I, abaixo, apresenta a classificação.

**QUADRO I.** Categorias para as atividades CTS na educação científica escolar.

<b>Categorias</b>
1. Motivação por meio de conteúdo CTS.
2. Inclusão casual de conteúdo CTS.
3. Inclusão intencional de conteúdo CTS.
4. Disciplina particular por meio de conteúdo CTS.
5. Ciência por meio de conteúdo CTS.
6. Ciência junto com conteúdo CTS.
7. Inclusão de conteúdo científico no conteúdo CTS.
8. Conteúdo CTS.

Fonte: Aikenhead, 2003.

Ou seja, a classificação representa um balanço entre a importância dada aos conteúdos CTS/CTSA e os científicos nas proposições de ensino. Há um predomínio dos conteúdos tradicionais das aulas de ciências até a categoria 3. As abordagens elencadas entre as categorias 4 e 6 são caracterizadas pelo equilíbrio entre esses dois tipos de conteúdos. As classes 7 e 8 marcam a ênfase dada aos conteúdos CTS/CTSA com relação aos conhecimentos canônicos da ciência escolar. A abordagem apresentada neste trabalho aproxima-se da categoria 4, ou seja, disciplina particular por meio de conteúdo CTS/CTSA.

Por fim, as proposições didáticas CTS/CTSA se guiarão por uma sequência de ensino. Neste sentido, Aikenhead (1994) sugere que as abordagens CTS/CTSA tenham como ponto de partida a discussão de uma questão social, para, em seguida, investigar algumas tecnologias envolvidas na problemática, conhecer a ciência presente nessas tecnologias, rediscutir os aspectos tecnológicos enriquecidos pelo conhecimento científico e, por fim, retomar a questão social, ou indicar uma solução, atitude, etc. Como apontado pelo autor, essa sequência é uma possibilidade e o importante não é tanto a sua 'direção' e sim que a aprendizagem de conhecimentos científicos e tecnológicos seja nucleada por questões sociais contextuais em um processo que enriquece tanto a aprendizagem dos conhecimentos tradicionais da educação em ciências como a compreensão das situações contextuais analisadas.

### III. A ABORDAGEM DE ENSINO

A abordagem de ensino CTSA que se apresenta teve como tema a 'Física dos transportes' e desenvolveu-se em aulas regulares da disciplina de Física em duas turmas do ensino médio integrado à educação profissional. Ela é uma produção técnica da tese do primeiro autor deste artigo (Silva, 2018) e teve como objetivo geral produzir uma compreensão acerca da Física dos movimentos em um contexto mais amplo, contemplando o funcionamento físico de meios de transporte do interesse dos estudantes, como patins, avião, skate e bicicleta e a discussão sobre problemas sociais e ambientais devidos aos transportes em massa. Para isso, cinco atividades didáticas integraram uma sequência de ensino. Deu-se início à sequência com o estudo de um texto que explora o contexto social e histórico da época de elaboração da mecânica newtoniana, posteriormente, investigou-se o funcionamento das máquinas simples por meio de atividades de investigação experimentais e, na sequência, as Leis de Newton foram discutidas por meio de aulas teóricas e aulas de resolução de problemas e exercícios padrão, uma atividade de pesquisa sobre o funcionamento de meios contemporâneos de transporte deu continuidade à sequência, assim como, uma atividade que procurou investigar os problemas sociais e ambientais advindos da massificação dos transportes. A figura 1 apresenta um esquema para a sequência de ensino.

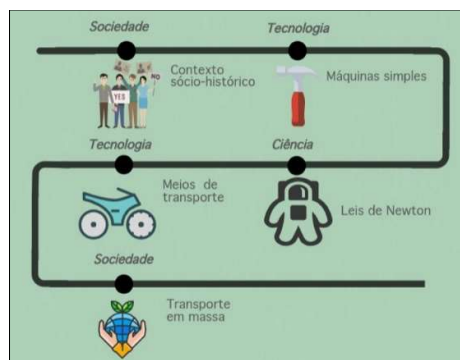


FIGURA 1. Esquema das atividades da sequência de ensino. A ordem das atividades está destacada. Fonte: dados dos autores.

#### A. Leitura e discussão do texto 'As raízes sociais e econômicas do Principia de Newton' (Hessen, 1984)

A primeira atividade da sequência de ensino compreendeu o estudo coletivo do texto 'As raízes sociais e econômicas do Principia de Newton' (Hessen, 1984) com os estudantes. A intenção de discutir as problemáticas sociais e econômicas do período em que Newton realizou o seu trabalho foi explorar este contexto social e histórico como o ponto de partida da sequência de ensino. O texto de Hessen (1984) analisa o cenário europeu na época de Newton, destacando que a maioria dos problemas da mecânica daquele tempo estavam relacionados com desafios dos setores produtivos dos transportes, da mineração e da indústria de guerra. O objetivo desta atividade poderia ser classificado de acordo com Bybbe (1985 apud Aikenhead 1994) como um conhecimento sobre a ciência, ou seja, conhecer como a ciência e a tecnologia se desenvolveram ao longo do tempo, considerando alguns aspectos sociológicos, históricos e filosóficos. Em paralelo, para Strieder e Kawamura (2017), trata-se de realizar questionamentos acerca da racionalidade científica, de colocá-la em perspectiva. Em termos metodológicos, o estudo do texto deu-se em grupos de estudantes, sendo que cada grupo deveria estudar a parte do texto correspondente a um setor produtivo e apresentar posteriormente a compreensão deles aos colegas da sala.

## B. Investigação sobre as máquinas simples

Na sequência, os estudantes investigaram o funcionamento das alavancas e polias em atividades experimentais realizadas no laboratório de Física da escola. Discutiui-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. Foi solicitado aos estudantes que produzissem situações de equilíbrio com as alavancas e polias, por exemplo, equilibrando uma unidade de massa com duas unidades de massa em um único sistema e que tentassem explicar a lógica dessas situações.

## C. Aulas sobre as Leis de Newton

A discussão das Leis de Newton e a resolução de exercícios e problemas de lápis e papel foram realizadas após a atividade experimental com as máquinas simples. Esta atividade deu-se por meio de aulas tradicionais de Física, com a apresentação do conteúdo pelo professor e a sua problematização com os estudantes. Esta atividade e a atividade experimental descrita anteriormente representam os conhecimentos canônicos de Física na sequência CTSA.

## D. Investigação sobre os meios de transporte

Considerando que o desenvolvimento do setor de transportes integrou o contexto social da elaboração da mecânica newtoniana (Hessen, 1984) e está mais próximo do mundo vivencial dos estudantes em relação aos setores industriais da mineração e metalurgia, optou-se pela 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 de interesse e que investigassem como eles produzem movimento, explorando as características tecnológicas dos aparatos e o conhecimento aprendido sobre as Leis de Newton. O objetivo desta atividade se relaciona com o desenvolvimento de percepções acerca do desenvolvimento tecnológico e a racionalidade científica (Strieder & Kawamura, 2017). O trabalho foi realizado em grupos, incluindo um momento de 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. A figura 2 é um registro da apresentação de um grupo que investigou o funcionamento do submarino.



**Figura 2.** Estudantes explicam o movimento de um submarino aos colegas. Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

## E. Análise da problemática sociambiental dos transportes em massa

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. A seguinte questão problema foi apresentada 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 e de apresentação e discussão dos resultados com os colegas. A figura 3 é um registro do momento de apresentação e discussão das análises dos estudantes.



**Figura 3.** Momento de apresentação e discussão das investigações dos grupos acerca da problemática apresentada. Fonte: arquivo pessoal dos autores.

#### IV. ALGUNS RESULTADOS ADVINDOS DA ABORDAGEM

O desenvolvimento das atividades de ensino da sequência relatada trouxe algumas reflexões acerca dos seus resultados. De modo geral, percebeu-se o engajamento dos estudantes nas atividades propostas, com destaque aos momentos em que os estudantes deveriam explicar um meio de transporte do interesse deles e quando analisaram a questão da problemática dos transportes em massa, pois eram atividades que davam mais liberdade para o protagonismo dos estudantes, incentivando a criatividade dos mesmos. Com relação à explicação dos meios de transporte, deu-se destaque aos seus aspectos tecnológicos, como os componentes da bicicleta, do trem maglev, etc, à aspectos sociais e históricos, como a necessidade de se criar submarinos e na utilização das Leis de Newton, principalmente a lei da ação e reação nas explicações do papel das interações com os meios mecânicos na produção dos movimentos, como a interação das rodas com o solo, das hélices do submarino com a água, das turbinas dos aviões com o ar, etc. Percebeu-se também que esta atividade criou situações em que se evidenciou a 'necessidade em se saber mais ciência e tecnologia' (Aikenhead, 2006), pois os estudantes mostraram interesse por conhecimentos científicos e tecnológicos que não haviam sido explorados em aulas anteriores. Durante a atividade da problemática dos transportes em massa, os estudantes realizaram análises que levaram em conta a relação entre os aspectos relacionados à saúde e bem-estar humanos, ao meio ambiente e a economia, denotando uma compreensão ampliada da questão analisada (Silva, 2018). Porém, a atividade poderia ser enriquecida com a inclusão de uma análise que contemplasse a relação dos estudantes com a questão dos transportes, elencando a maneira como eles chegam e saem da escola, o tempo das viagens, o custo destes deslocamentos para as famílias, as maneiras que os governos atuam ou não para reduzir este custo, os movimentos sociais que reivindicam um transporte mais democrático, etc. Esta análise poderia ser complementada pelo estudo do espaço físico da escola, comparando a área útil de uso comum de estudantes e funcionários com a área reservada para o estacionamento dos veículos, por exemplo. Essas sugestões tendem a aproximar mais a questão CTSA da sequência de ensino com a vivência dos estudantes.

Como uma síntese da sequência de ensino, o quadro II elenca as atividades realizadas, os objetivos segundo as referências presentes neste artigo, os resultados e o tempo dedicado para a sua realização.

**QUADRO II.** Síntese da sequência de ensino CTSA, com o elenco das atividades e seus respectivos objetivos, conteúdos, resultados e tempo de realização. Fonte: dados dos autores.

Atividades	Objetivos	Conteúdos	Resultados	Tempo
Leitura do texto de Hessen (1984)	Aquisição de conhecimentos sobre a ciência e a tecnologia (Bybbe 1985 apud Aikenhead, 1994).	Questões filosóficas, históricas ou sociais das comunidades científica e tecnológica (Aikenhead, 1994).	Conhecimento do contexto europeu contemporâneo a Newton.	2 aulas
Investigação sobre as máquinas simples	Aquisição de conhecimentos da ciência e da tecnologia (Bybbe 1985 apud Aikenhead, 1994).	Artefatos tecnológicos, processos ou expertise. As interações entre tecnologia e sociedade; conteúdos canônicos da ciência escolar (Aikenhead, 1994).	Investigação sobre a lógica da multiplicação de forças.	2 aulas

QUADRO II. (Cont.)

Atividades	Objetivos	Conteúdos	Resultados	Tempo
Aulas teóricas sobre as Leis de Newton	Aquisição de conhecimentos da ciência e da tecnologia (Bybbe 1985 apud Aikenhead, 1994).	Conteúdos canônicos da ciência escolar (Aikenhead, 1994).	Percepção do poder explicativo das Leis de Newton.	4 aulas
Análise do funcionamento de meios de transporte	Desenvolvimento de percepções acerca do desenvolvimento tecnológico e racionalidade científica. (Strieder & Kawamura, 2017).	Artefatos tecnológicos, processos ou expertise. As interações entre tecnologia e sociedade (Aikenhead, 1994).	Aplicação contextual das Leis de Newton. Necessidade de saber mais sobre ciência e tecnologia (Aikenhead, 2006)	2 aulas
Análise da problemática socioambiental dos transportes em massa	Desenvolvimento de questionamentos sobre o desenvolvimento tecnológico	Questões sociais relacionadas com a ciência ou a tecnologia (Aikenhead, 1994).	Compreensão ampla da problemática socioambiental analisada (Silva, 2018)	2 aulas

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se neste trabalho uma abordagem de ensino de Física inspirada na perspectiva CTSA com o tema ‘Física dos transportes’ que contemplou conteúdos ligados às questões CTSA relacionadas aos meios de transportes e a discussão de conteúdos canônicos da ciência escolar, como as Leis de Newton e as máquinas simples. Como resultado, uma sequência de ensino foi elaborada e a sua aplicação em sala de aula revelou indícios de que os estudantes valorizaram o conhecimento científico e tecnológico na produção de explicações para os artefatos tecnológicos investigados, assim como na análise da problemática socioambiental apresentada. Como uma limitação da abordagem e da sequência de ensino, destaca-se que o contexto vivencial dos estudantes poderia estar mais integrado à sequência por meio de atividades que investigassem a situação real dos estudantes, considerando as suas necessidades de deslocamentos diários e as formas de configuração do espaço escolar com relação aos meios de transportes dos professores, funcionários e estudantes.

## REFERÊNCIAS

- Angotti, J. A. P. (1993). Conceitos unificadores e ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 15(1), 191-198.
- 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., y Aikenhead, G. *STS Education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, pp. 47-59.
- 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.
- 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>
- Hessen, B. (1984). As raízes sociais e econômicas do “Principia” de Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 6(1), 37-55. Recuperado de <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol06a06.pdf>

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. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2012000100015&lng=es&tIng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000100015&lng=es&tIng=pt).

Santos, W. D. et al., (2004). Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. *Química Nova na escola*, 20(2), 11-14.

Silva, F. R. (2018). *Contribuições da educação científica CTS para o ensino integrado: atenuando o dualismo e a fragmentação escolar* (Tese de doutorado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.

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. Recuperado de <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. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000200009>

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. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p27>

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.