



Educação CTS como Encaminhamento Didático-metodológico destinado à Aprendizagem Crítica e o Exercício da Cidadania

STS Education as a Didactic-Methodological Guide for Critical Learning and the Exercise of Citizenship

La Educación CTS como Guía Didáctico-Metodológica para el Aprendizaje Crítico y el Ejercicio de la Ciudadanía

Anderson Claiton Ferraz

biromau2006@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0000-0002-9195-316X>

Mauro Sérgio Teixeira de Araújo

mstaraujo@uol.com.br

<https://orcid.org/0000-0002-0088-8973>

Resumo

Esta pesquisa qualitativa objetivou investigar as contribuições formativas para alunos de uma escola pública, tendo por base intervenções realizadas nas aulas de Física alinhadas à Educação CTS e ao Educar pela Pesquisa, enfatizando os impactos sociais e ambientais causados por uma empresa mineradora na cidade de Salto de Pirapora-SP onde a escola se situa. As atividades de caráter interdisciplinar estimularam a construção de conhecimentos pelos estudantes, que atuaram com liberdade e autonomia na realização de pesquisas e análises dos discursos dos colegas e dos entrevistados, gerando confiança para ouvir e modificar suas colocações e, ainda, atuarem para modificar as condições do contexto em que vivem. Constatou-se a importância da mediação do professor, que conduziu os estudantes a reverem seus pontos de vista em direção a uma maior conscientização acerca dos problemas abordados. Os dados foram obtidos através de questionários, portfólios e gravações de áudio das atividades que visaram esclarecer os impactos ambientais provenientes da mineração, sendo salientados o desenvolvimento econômico e social da cidade, a destruição da flora e fauna, além de aspectos sociológicos e políticos adjacentes. Os resultados indicaram sucesso do referencial teórico e metodológico empregado, tornando as aulas mais dinâmicas e promovendo maiores interações aluno-aluno e aluno-professor, além de contribuir para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e Reflexivo, favorecendo o exercício consciente da cidadania, o que pode ser observado pela busca de transformação social e pela aprendizagem em trabalhar em grupos, gerando benefícios à escola e à sociedade em que está inserida.

Palavras-chave: Educação CTS; Cidadania; Impactos Ambientais; Ensino de Física.





Abstract

This qualitative research aimed to investigate the formative contributions for students of a public school, based on interventions carried out in physics classes aligned with STS Education and Educating by Research, emphasizing the social and environmental impacts caused by a mining company in the city of Salto de Pirapora-SP where the school is located. The interdisciplinary activities stimulated the construction of knowledge by the students, who acted with freedom and autonomy in conducting research and analysis of the discourses of colleagues and interviewees, generating confidence to listen and modify their placements and also act to modify the conditions of the context in which they live. It was verified the importance of teacher mediation, which led students to review their views towards a greater awareness about the problems addressed. The data were obtained through questionnaires, portfolios and audio recordings of the activities that aimed to clarify the environmental impacts of mining, highlighting the economic and social development of the city, the destruction of flora and fauna, as well as adjacent sociological and political aspects. The results indicated success of the theoretical and methodological framework employed, making classes more dynamic and promoting greater student-student and student-teacher interactions, in addition to contributing to the development of Critical and Reflective Thinking, favoring the conscious exercise of citizenship, which can be observed by the search for social transformation and by learning to work in groups, generating benefits to the school and society in which it is inserted.

Keywords: STS Education; Citizenship; Environmental impacts; Physics Teaching.

Resumen

Esta investigación cualitativa tuvo como objetivo investigar las contribuciones formativas para los estudiantes de una escuela pública, a partir de intervenciones realizadas en clases de Física alineadas con Educación CTS y Educar por la Investigación, enfatizando los impactos sociales y ambientales causados por una empresa minera en la ciudad de Salto de Pirapora-SP donde se encuentra la escuela. Las actividades interdisciplinarias estimularon la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes, que actuaron con libertad y autonomía en la realización de investigaciones y análisis de los discursos de colegas y entrevistados, generando confianza para escuchar y modificar sus ubicaciones y también actuar para modificar las condiciones del contexto en el que viven. Se verificó la importancia de la mediación docente, lo que llevó a los estudiantes a revisar sus puntos de vista hacia una mayor conciencia sobre los problemas abordados. Los datos se obtuvieron a través de cuestionarios, portafolios y grabaciones de audio de las actividades que tenían como objetivo aclarar los impactos ambientales de la minería, destacando el desarrollo económico y social de la ciudad, la destrucción de flora y fauna, así como aspectos sociológicos y políticos adyacentes. Los resultados indicaron éxito del marco teórico y metodológico empleado, dinamizando las clases y promoviendo mayores interacciones alumno-alumno y alumno-profesor, además de contribuir al desarrollo del Pensamiento Crítico y Reflexivo, favoreciendo el ejercicio consciente de la ciudadanía, lo que puede ser observado por la búsqueda de transformación social y por aprender a trabajar en grupo, generando beneficios a la escuela y a la sociedad en la que se inserta.

Palabras clave: Educación CTS; Ciudadanía; Impactos ambientales; Enseñanza de la Física.



Introdução

Com a promulgação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) constata-se que o ensino de Física no nível médio ainda está longe de propiciar o alcance dos objetivos almejados, pois se distancia significativamente dos principais aspectos estabelecidos neste documento, demandando mera aplicação de fórmulas, o que dificulta aos estudantes a atribuição de significados aos conteúdos estudados. Neste sentido, além de os conteúdos serem apresentados de forma descontextualizada, fragmentada e linear, também há um distanciamento entre o cotidiano dos alunos e o formalismo escolar (Bonadiman & Nonenmacher, 2007).

Portanto, é preciso investigar caminhos alternativos que modifiquem esse panorama educacional, sendo uma possibilidade promissora oferecida pela Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), visto que ela tem como foco proporcionar uma formação para a cidadania (Santos, 2005), preocupando-se com a “formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade” (Brasil, 2002). Neste sentido, Pietrocola (2005) defende que é preciso haver uma renovação no currículo, especialmente quando se trata de inserir temas atuais e condizentes com a sociedade contemporânea o que é convergente com a BNCC (Brasil, 2018) quando coloca a contextualização como um elemento relevante na abordagem dos conteúdos científicos.

Assim, entendendo que o ensino de Física deva contribuir para a formação de cidadãos capazes de realizar uma leitura mais elaborada do mundo em que vivem, tomamos como referência o tema “Impactos Sociais e Ambientais da Mineração” estudado na disciplina Física no Ensino Médio, permitindo que os alunos compreendam como este tema se articula ao seu contexto de vida, salientando algumas controvérsias e apontando sua conexão com áreas como Saúde, Química, Arqueologia, alimentação, indústrias e outras, bem como ameaças geradas à população local e mundial. Deste modo, buscamos superar o ensino tradicional de Física onde os conteúdos possuem pouco significado, nos aproximando da BNCC (Brasil, 2018, p.16) que defende “formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem”.

Por meio da Educação CTS buscamos favorecer aos estudantes a construção de conhecimentos a partir do contato contextualizado e interdisciplinar com os saberes da Ciência, despertando seu interesse em desenvolver uma efetiva participação social capaz de promover melhorias em sua qualidade de vida. Deste modo, buscamos possibilitar situações para que os estudantes discutam encaminhamentos para problemas reais da sociedade, estimulando seu envolvimento em ações concretas de intervenção na realidade visando resolver questões sociais e ambientais. Essa possibilidade da Educação contribuir para as transformações sociais é enfatizada por Pereira & Araújo (2020, p. 3) quando afirmam que:

A educação pode ser entendida como o processo pelo qual proporcionamos aos indivíduos a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de valores e atitudes necessários para que eles tenham condições de se integrar à sociedade e possam, inclusive,



contribuir para a sua transformação com vistas à melhoria da qualidade de vida. Para que isso ocorra, é importante que os conteúdos escolares sejam abordados de modo contextualizado, favorecendo ao estudante a atribuição de significados aos mesmos.

Para que uma educação transformadora fosse efetivada, desenvolvemos uma Pesquisa Intervenção em uma escola estadual vinculada ao Programa de Ensino Integral (PEI) do interior do Estado de São Paulo, tendo como sujeitos estudantes do Ensino Médio (10 alunos e 10 alunas), caracterizando-se, do ponto de vista de sua abordagem, como qualitativa. Entendemos que o desenvolvimento de atividades educacionais alinhadas ao Movimento CTS conduz à Aprendizagem Crítica salientada por Santos e Auler (2019), ampliando o sentido do conhecimento do indivíduo, oferecendo-lhe oportunidades exteriores à sala de aula a partir de um enfoque participativo e transformador.

Ao contribuir para que o ensino de conteúdos científicos se torne mais próximo da realidade do estudante, atuamos visando responder a seguinte questão de pesquisa: Quais são as contribuições formativas da Educação CTS no ensino de Física observadas na abordagem de temas relacionados aos impactos sociais e ambientais produzidos pela mineração?

Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi investigar as contribuições formativas da Educação CTS nas aulas de Física, particularmente enfatizando os impactos sociais e ambientais causados por uma empresa mineradora presente na cidade de Salto de Pirapora-SP onde a escola participante se situa.

A Educação CTS e a formação para a Cidadania

Santos e Mortimer (2002) asseveram que o aluno deve ser sujeito no processo educativo e o Ensino de Ciências precisa articular conhecimentos científicos à experiência cotidiana e valores dos estudantes. Nesse cenário, a Educação CTS pode contribuir para a adoção de novas práticas docentes, reformulações curriculares e metodologias transformadoras. Portanto, apoiamos nossas intervenções na Educação CTS para abordar o tema, estimulando a participação ativa dos alunos e a criação de um ambiente provocativo capaz de favorecer o seu desenvolvimento em direção a uma cidadania crítica e reflexiva (Moraes & Araújo, 2012).

Para Strieder *et al.* (2012), uma educação nos moldes CTS baseia-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais, visando às condições de solucionar desafios oriundos das atividades essenciais da prática social em diferentes contextos, ou seja, demover o aluno do papel de espectador passivo para o de ator e oferecer respostas favoráveis a uma sociedade em constante mudança.

Por sua vez, Silveira e Bazzo (2009) defendem que a postura de mediação por parte do professor conduz o aluno a ter emancipação no processo de aprendizagem e estimula uma reflexão mais apurada sobre o tema estudado. Neste sentido, Pinto *et al.* (2018, p. 121-122) defendem que a consolidação da educação em Ciências amparada nos fundamentos e objetivos do Movimento CTS requer um perfil docente capaz de:



[...] enxergar e conceber sua atividade profissional como um campo amplo e aberto de possibilidades de atuação, seja em termos metodológicos, de estratégias, de interações e mediações com os estudantes e destes com os conhecimentos, bem como no uso de recursos instrucionais e ferramentas de apoio, buscando sempre nortear suas ações nos objetivos delineados previamente.

Assim, nessa proposta, os estudantes têm contato com menos conteúdos do que em um método tradicional, porém aprendem com maior profundidade o que estão estudando. Santos (2008, p.10) corrobora com este pensamento afirmando que:

Não se trata de simplificar currículos, reduzindo conteúdos, mas sim de ressignificá-los socialmente, de forma que possam ser agentes de transformação social em um processo de educação problematizadora que resgate o papel da formação da cidadania. Buscar a vinculação, portanto, dos conteúdos científicos com temas CTSA de relevância social e abrir espaço em sala de aula para debates de questões sociocientíficas são ações fundamentais no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica questionadora do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico.

Segundo Aires e Bastos (2011), trata-se de um ensino contra hegemônico, construindo relações não somente com o conteúdo pelo conteúdo, mas sim correlacionando o conteúdo com o contexto social, político e econômico visando a aprendizagem amparada nos temas propostos.

Portanto, a Educação CTS tem entre seus objetivos contribuir com uma educação científica e tecnológica que torne os alunos críticos no mundo atual, ao mesmo tempo em que estimula discutir as implicações e os fins do processo educacional e do papel do professor.

Com isso, procuramos potencializar a construção de conhecimentos e desenvolver habilidades de raciocínio complexas por meio de atividades cooperativas conectando conteúdos escolares com a realidade social e ambiental vivenciada pelos estudantes, a fim de ampliar o seu nível de conscientização e sua participação na identificação e resolução dos problemas que afetam sua qualidade de vida. Essa busca pela resolução de problemas reais relacionados aos contextos de vida dos estudantes também é enfatizada por Paiva & Araújo (2022, p. 4) quando destacam que “é importante ter em mente os objetivos formativos para que se possa definir o adequado direcionamento das atividades educacionais”, sendo que estas atividades devem:

[...] estimular os estudantes a encontrarem soluções para os problemas abordados, ampliar sua capacidade de tomada de decisão frente aos contextos sociais e ambientais investigados, estimulando ainda a responsabilidade social que caracteriza o exercício da cidadania.

Acreditamos que como sujeito no processo educativo, o aluno deve articular os conhecimentos científicos à experiência cotidiana e aos seus valores. Sendo assim, alinhamos nossas intervenções à Educação CTS entendendo que ela é capaz de favorecer os processos interativos, pois alunos ativamente envolvidos no processo de aprendizagem compartilham com seus



pares seu entendimento sobre conceitos relevantes, bem como examinam a interpretação e raciocínio destes.

Aspectos metodológicos da pesquisa

Visando apontar caminhos para mudanças no ensino de Física, a Pesquisa Intervenção surge como alternativa para melhorar nossas práticas docentes, pois permite mergulhar em lugares desconhecidos e buscar o aprimoramento destas práticas. A Pesquisa Intervenção também tem o mérito de dar voz aos sujeitos da pesquisa, portanto os conhecimentos trazidos pelos estudantes ganham destaque e podemos acompanhar seu progresso no decorrer das aulas.

Assim, a escolha pela Pesquisa Intervenção se justifica pela busca de se produzir melhorias, compreensão melhor do processo de aprendizagem e do modelo educacional ou apresentar sugestões para modificar o atual modelo. Para Robson (1993), a Pesquisa Intervenção só é possível quando uma situação problemática é analisada e solucionada em coletividade e com a participação de seus integrantes. Isso permite que o pesquisador esteja inserido na pesquisa e propicia uma busca pela compreensão da realidade investigada.

A motivação para a realização da pesquisa foi, desde sempre, a preocupação do professor com as dificuldades de aprendizagem e o desinteresse dos estudantes em relação aos estudos de Física, o que buscamos minimizar por meio da Educação CTS.

Dentre os instrumentos utilizados na coleta de dados optamos por questionários abertos e fechados, pesquisas de campo e entrevistas cujas questões versavam sobre a questão problema. Para Gil (2008), o questionário pode ser definido como uma técnica de investigação social composta por um conjunto de questões que são submetidas às pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc.

Inicialmente, foi elaborado um questionário para levantamento de conhecimentos prévios (pré-teste), aplicado a 40 estudantes de outra escola estadual para eliminação de possíveis falhas e adequação da linguagem, indo ao encontro do que aponta Gil (2003) sobre a necessidade de verificação do instrumento em local diferente da aplicação que efetivamente constará na pesquisa.

Buscando atingir um dos objetivos desta pesquisa, a Educação CTS foi realizada em vinte aulas de Física com duração de cinquenta minutos, possibilitando que fossem discutidos os impactos produzidos pela mineradora Votoran na cidade de Salto de Pirapora. Os sujeitos que participaram dessa pesquisa são alunos de uma escola pública de Salto de Pirapora-SP, sendo 10 rapazes e 10 moças, com idades entre 16 e 18 anos e que cursam o 2º e 3º ano do Ensino Médio. Esses alunos sempre estudaram em escolas públicas e a maioria está há sete anos nessa unidade de ensino, apresentando grande vínculo entre eles, com os professores e a instituição escolar. Os sujeitos foram designados por um sistema alfanumérico A1, A2, A3 ... An de modo a preservar seu anonimato na análise dos dados obtidos a partir de suas falas ao longo das intervenções realizadas nas aulas de Física. A proposta teve ainda como intuito promover uma maior



interação dos alunos entre si e desses com o professor, visando à construção de conhecimentos, valores e competências demandadas pela sociedade contemporânea.

Resultados

Participaram da pesquisa vinte alunos do Ensino Médio e nesse trabalho optamos em analisar uma das doze atividades realizadas, a entrevista com o Prefeito da cidade de Salto de Pirapora-SP.

Aluno	Transcrição
A7	Bom dia. Eu moro no bairro e nós fizemos algumas pesquisas com os moradores e ocorreu muitas reclamações em relação a poeira. Qual a possibilidade de levar o asfalto para o bairro?
Prefeito	A via principal e a rua da escola já estão em nosso cronograma para 2023 ser asfaltada. O foco do ano que vem (2022), será no desenvolvimento econômico da cidade e em 2023 na infraestrutura que está relacionada com o asfalto e o recape.
A14	Minha pergunta está voltada ao posto de saúde, pois na conversa com os moradores ficamos sabendo que ele (posto) funciona apenas uma vez por semana e que temos adultos e crianças que sofrem com problemas respiratórios e deslocam-se grandes distancias para serem atendidos. Seria possível o posto funcionar diariamente?
Prefeito	A princípio não. O que acontece é que os postos de saúde distribuídos nos bairros não tratam urgência, emergência e quem faz isso é a Santa Casa. O posto serve para fazer o controle de doenças pré-existentes como diabetes, hipertensão, portanto a finalidade do postinho será em fazer acompanhamentos para evitar problemas maiores. Nossa meta é melhorar o transporte do bairro para os pacientes serem tratados na cidade e um novo posto de saúde.
A8	Já que o senhor está falando em transporte. Qual a possibilidade de o ônibus passar mais vezes no bairro?
Prefeito	Perceba que transporte e economia estão ligados. O desenvolvimento econômico da cidade depende do transporte público, temos pouca oferta de ônibus nos bairros e para você se deslocar de sua casa até a cidade é muito difícil, ou seja, quem tem carro prefere gastar na cidade vizinha a se deslocar para o centro. Vamos aumentar a oferta de ônibus nos bairros e fazermos as pessoas gastarem seu dinheiro em nossa cidade.
A16	Você estava falando na questão do transporte e do desenvolvimento de nossa cidade. Em sua opinião as mineradoras de alguma forma não impedem o crescimento da cidade?
Prefeito	Não. Por conta da mineração nós mudamos de patamar devido a qualidade do nosso produto, quem conhece a Massari sabe do que estou falando, pois está ajudando a desenvolver muito nossa cidade, industrializaram, deram oportunidade para muita gente trabalhar e ainda temos a arrecadação de impostos. Por fim, se não tivéssemos as mineradoras Salto de Pirapora teria um orçamento de aproximadamente quinze por cento menor e isso é muito dinheiro.
A5	O senhor tocou na relação dos empregos e nós conversamos com os moradores e os mesmos relataram que a maioria dos trabalhadores não são do bairro. O que poderia ser feito para melhorar isso?



Prefeito	Olha, que eu saiba tem bastante gente do bairro que trabalha lá, pode não ser que seja o bairro todo, mas uma grande parte trabalha nas mineradoras (Adler, Basalto, Votoran e Massari), tem um número bastante elevado de trabalhadores do bairro. E os que não tiveram oportunidade é o caso para a gente qualificar né.
Vários alunos questionando	Entrevistamos uma moradora que está aproximadamente quarenta anos no bairro e, segundo ela, não conhece nenhum morador ali que trabalha na Massari.
Prefeito	É o caso de trabalharmos junto com a empresa então para sanarmos o problema.
A13	Nós fomos até as pedreiras desativadas e se tem alguma possibilidade de fazer alguma coisa com aquelas pedreiras? Moradores relataram que o tráfico de drogas é intenso, carros são jogados nas pedreiras, pessoas cometem homicídios.
Prefeito	Não. Pedreiras são propriedades particulares e antigamente era tudo aberto e o pessoal ia nadar, jogava carros e até morte de mergulhador inclusive, são situações que a polícia acabou pedindo o fechamento desses locais. E para nós as pedreiras são muito importantes devido aos bolsões de água que reserva, portanto não faltará água para nossa cidade em caso de estiagem.
A1	Os impactos causados pelas mineradoras a longo prazo não serão maiores que o desenvolvimento que elas pregam. Como poderíamos minimizar o problema?
Prefeito	Quando começa uma pedreira hoje, existe um processo muito rigoroso dos impactos ambientais. A Massari tem um plano de extensão, ou seja, ela vai aumentar (começar um buraco do zero) e são processos super traumáticos ambientalmente falando e eles tem que desenvolver estudo de tudo (impactos do solo, subsolo, gases no subsolo, fóssil no subsolo, petróleo, tudo muito detalhado e que leva anos para a licença ambiental, por fim devem desenvolver uma compensação ambiental no encerramento da mina(cava).
A9	A Piraporinha é um bairro que mais gera dinheiro para nossa cidade e ao mesmo tempo é o bairro mais pobre. O que poderia ser feito para resolver esse problema?
Prefeito	Nós vivemos um dilema com o bairro, por ser um bairro operário (da própria indústria), por isso que é muito difícil você ver um empreendimento grande naquele local, além de que, para a prefeitura é muito difícil investir no bairro por não ter o registro do imóvel.
A3	Pelas autoridades o bairro da Piraporinha não é considerado um bairro violento, mas na entrevista com os moradores eles relatam tráfico de drogas e jogar carros na pedreira. Qual posicionamento de vocês para minimizarmos o problema?
Prefeito	Nós acompanhamos a questão da violência pelo Conselho de Segurança e a Polícia Civil passa a estatística dos bairros mais violentos, porém muitas pessoas não registram ocorrência e isso acaba jogando a estatística lá embaixo e não caracterizando um bairro violento.
A2	Voltando na questão da melhoria do bairro, como poderíamos melhorar a questão do saneamento básico?
Prefeito	Como falei é a questão da legalização. Vocês andaram nas ruas e viram com são estreitas e as máquinas não conseguem entrar para resolver os problemas de saneamento.
A14	Com relação a escola do bairro melhorou bastante, porém tem uma parte que incomoda muito que é a questão das crianças estarem almoçando e acabam comendo comida com pó. O que você pode falar sobre isso?
Prefeito	Isso é um problema a escola estar no entorno de pedreiras e na margem de uma rodovia.
A14	Aumentar o muro ou fazer um refeitório não resolveria o problema?
Secretária de Educação	Isso não resolve. Estamos aumentando o acostamento da rodovia nas proximidades da escola e caminhões pipas estão passando mais vezes para umedecer a estrada. Nós temos um vídeo que choca ao vermos crianças lá no bairro almoçando em meio ao pó. Eu dei aula lá em 2001 e já acontecia isso, tínhamos crianças com bronquite, renite, ficavam sempre doentes.



A14	Não seria interessante molhar mais vezes?
Secretária de Educação	Sim. A responsabilidade é das empresas em molhar e não da prefeitura.
A16	Você (Prefeito) falou da violência no bairro e isso não seria falta de qualificação dos moradores? Não diminuiria a violência?
Prefeito	Com certeza.
A16	Falta de oportunidade?
Prefeito	Falta de oportunidade. Não que vamos tirar o cara do crime e colocar na sala de aula, pois é uma questão individual. Estamos pensando em ações para as crianças ficarem mais tempo nas escolas.
Secretária de Educação	Temos um projeto de musicalização para os jovens e todos poderão participar, também teremos a ETEC (Escolas Técnicas do Governo de São Paulo) e a Universidade Virtual de São Paulo e mais uma faculdade pública para o nosso município.
A13	Nas entrevistas foram relatadas questões de assédio por parte dos caminhoneiros em relação aos jovens e crianças do bairro. É possível um projeto de conscientização?
Prefeito	Eu não sei de cabeça, mas tem um número que você disca e denuncia o assédio. Se tivesse o boletim de ocorrência seria muito melhor, eu não saberia resolver isso, porém vou conversar com o Dr Gilberto (Delegado de Polícia). Vou pensar em alguma coisa para prevenir isso.
Professor	Gostaria de agradecer ao Prefeito, Marli (Secretaria de Educação) pela entrevista concedida aos alunos. Muito obrigado.
Prefeito	Prefeito – Biro (Professor) eu visito muitas escolas, porém poucas vezes peguei jovens tão participativos como vocês e isso é muito importante. Vejo vocês muito envolvidos com o projeto e isso é muito legal. Outro dia escutei que está vindo uma geração perdida e isso não é verdade, pois o que vi hoje me deu mais esperança ainda. Muito obrigado.

Quadro 1. Entrevista com o Prefeito da cidade de Salto de Pirapora-SP. Fonte: dos autores.

O aluno A16 direcionou um questionamento muito pertinente ao entrevistado. Em sua colocação sobre as mineradoras impedirem o crescimento da cidade, é possível associar sua fala ao debate intenso que tiveram com outros entrevistados, fazendo associações com o plano diretor, com os impactos produzidos pelas mineradoras, com a Educação.

Como a maioria dos alunos optou por indagações ao entrevistado que não estavam planejadas devido à agenda do político, o professor deveria reduzir as questões para a entrevista. De qualquer modo, o debate mostrou-se oportuno para que os alunos tivessem seus questionamentos respondidos.

Nessas situações, é importante ficar atento ao que está ocorrendo e influenciar o mínimo, pois era desejo que os alunos seguissem nas discussões, possibilitando desenvolverem um novo olhar sobre o tema discutido e pesquisado.

Outro ponto que deve ser observado é o repertório de questionamentos dos alunos e que nos remete à Educação CTS, pois conforme salienta Bazzo (1998, p. 34):

O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques – a ciência e a tecnologia, com suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos.



Dessa forma, o processo educacional deve ir além do ato de transmitir conteúdos muitas vezes sem significados, sendo que a palavra de ordem é a pesquisa como uma atividade promotora da participação, da autonomia e da aprendizagem dos estudantes, em um processo capaz de lhes propiciar protagonismo na construção de seus conhecimentos e de seu desenvolvimento pleno. Atividades voltadas ao tema Impactos Ambientais no Ensino Médio possuem um caráter motivador e problematizador, visto que é necessário aprofundamento do tema por parte do professor e dos alunos em função da curiosidade e interesse despertados.

Os impactos ambientais caracterizam os variados meios de danificar o meio ambiente, desorganizar o ecossistema e alterar os ciclos da natureza, gerando frequentemente danos irreversíveis ao planeta. Citando exemplos, temos: alteração do leito dos rios, poluição da água, perda de espécies animais e vegetais, temas que foram abordados pelos estudantes em suas entrevistas. Para debater questões dos “Impactos Ambientais” nos amparamos no caderno do professor de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e “Matéria e Energia”, de autoria do Governo do Estado de São Paulo.

Entendemos que utilizar a interdisciplinaridade e a contextualização no intuito de problematizar os assuntos trabalhados nos espaços escolares para responder às questões propostas tendo por base conhecimentos relacionados aos referenciais teóricos adotados configura o que Almeida & Moll (2018) classificam como formação integral do aluno.

Em paralelo, manifestaram-se nas transcrições questionamentos não muito comuns sobre o tema, pois geralmente os impactos ambientais são associados de forma direta aos prós e contras, ao desenvolvimento econômico e à destruição da flora e da fauna.

Na oportunidade, o aluno A5 menciona o descumprimento do compromisso da mineradora de empregar moradores como causa do desemprego do bairro pesquisado, levando o entrevistado a refletir e buscar uma possível solução para o questionamento, pois em sua visão a maioria dos trabalhadores do bairro estava vinculada à mineradora. Outro aspecto que merece atenção especial é a relação que a aluna A14 faz com o descaso em relação às crianças almoçarem em meio à poeira produzida pelos caminhões que prestam serviço para a mineradora, estabelecendo relação entre a poeira e os problemas respiratórios tanto das crianças como dos adultos, cobrando das autoridades responsáveis melhorias no posto de saúde do bairro.

Em relação ao aluno A3, a preocupação inicial manifestada quanto a possibilidade de minimizar ou resolver a violência no bairro foi de extrema relevância, segundo o entrevistado, pois o aluno cita como uma das consequências o descarte de veículos nas pedreiras para fraudar o seguro, o alto consumo de drogas e casos de assédio sofridos pelas crianças e jovens do bairro. A escolha desse questionamento se deu por estar ligado ao que mais chamou-lhe atenção, a relação das pedreiras desativadas, os impactos ambientais produzidos e a violência no bairro, pois segundo conversa do aluno com os moradores, as pedreiras foram desativadas depois de muitas denúncias por parte deles.

Após a realização das atividades e dos debates decorrentes da proposta amparada na Educação CTS, foi possível perceber que, efetivamente, alterações na aprendizagem não são resultados apenas de atividades internas do sujeito, mas também de sua interação com o coletivo, com o seu meio social (Demo, 2015).



Tal constatação reforça a importância de dar instrumentos ao professor para que ele não seja um “mero executor de currículos” (Auler; Dalmolin & Fenalti, 2009, p. 80), mas crie seu próprio caminho metodológico amparado por referenciais teóricos relevantes.

Ao final, questionados sobre possíveis dúvidas que ainda permanecessem, os estudantes afirmaram que as explicações e o desenrolar das atividades foram esclarecedores. Finalmente, em questionamento sobre a entrevista e o projeto, os alunos afirmaram que:

O projeto foi muito inclusivo sabe, pois todo mundo entra em sala de aula e somente o professor fala e a gente fica quieto e você (professor) deu voz para gente, deu voz para nós expressarmos nossa opinião e isso é muito importante para sentirmos importante. Eu mesmo, pela primeira vez na escola me sinto importante fazendo algo e podendo ajudar outra pessoa. Em relação a segunda pergunta, nós nos desenvolvemos com o projeto, erramos tímidos, é isso. Aluno (A13)

O senhor foi muito importante para o projeto, trabalhou no sentido de orientar os alunos a entender os impactos ambientais daqui da nossa cidade, do bairro Piraporinha e diferente do que é ensinado em sala de aula, ou seja, uma visão muito distante, rotina cansativa, escrever na lousa, copiar e com esse projeto eu percebi na prática, de forma divertida, motivação em aprender e proporcionou conhecer pessoas novas, se enturmar mais para pesquisar e saber o que acontece. Aluno (A5)

Obrigado por proporcionar esse projeto para gente. Eu tinha vergonha de conversar com as pessoas, de participar e nas entrevistas com os moradores percebi os problemas do bairro e a união entre os grupos. (A7)

Você nos auxiliou na ida ao bairro e na entrevista. Você (professor) foi essencial para o projeto acontecer. Eu moro no bairro e descobri muita coisa que não percebia: não conhecia o bairro direito, a realidade de muitas pessoas que moram envolta de mim, moram na minha região, e isso é muito importante.(A14)

Sobre o projeto eu não tinha nem ideia que em Salto tinha tudo isso de mineradora, não sabia dessa realidade, que tinha pobreza em Salto de Pirapora não fazia ideia. Sobre o grupo foi muito legal. Aluna (A4)

Obrigado por ter acreditado na escola pública e em nós. Eu mesma não gostava de fazer amizades e propor ideias. Aluna (A11)

Embora a pesquisa tenha sido realizada com um grupo de apenas 20 alunos, temos evidências de que a Educação CTS poderá produzir resultados satisfatórios também em grupos maiores. O entusiasmo com que os estudantes participaram das atividades indica potencialidades do referencial teórico da Educação CTS sendo capaz de promover a aprendizagem a partir da interação do sujeito com o conteúdo contextualizado, permitindo-lhe compreender aspectos de sua realidade social, conscientizando-se de que deve atuar visando transformá-la com vistas melhorar sua qualidade de vida, o que se alinha com a perspectiva de uma formação para a cidadania, foco deste trabalho.

O processo de conscientização dos estudantes por meio de atividades formativas amparadas na Educação CTS também é enfatizado por Formenton & Araújo (2015, p. 41) ao refletirem sobre impactos gerados pela exploração da natureza, sendo defendida a:

[...] conscientização dos alunos como um conceito que viesse contribuir significativamente para a sua formação e também para o enfrentamento de possíveis situações que demandem uma tomada de posição frente a questões que envolvem possíveis relações CTS.

O aluno A5 faz considerações importantes em relação ao formato de aulas praticadas nas escolas, interação entre os alunos e o papel do professor como mediador dos processos interativos. Interessante salientar que no questionário inicial ele já se posicionava contra aulas “monótonas”, em que o professor escreve na lousa e o aluno anota em seu caderno passivamente. Após a participação no projeto, ele se mostra mais receptivo em aprender pela pesquisa e na interação com outros colegas e o professor. Na análise dos questionários abertos e fechados, relatada no tópico anterior, é possível detectar ganhos de aprendizagem quando utilizamos temas relacionados à Educação CTS, valorizando aspectos ambiental, político, sociológico, econômico, entre outros que foram trabalhados ao longo das atividades e que, certamente, possibilitaram que o aluno A5 enriquecesse seu repertório cultural.

O aluno A13, que em seu questionário inicial e final trouxe contribuições como aulas dinâmicas, desenvolver rodas de conversas com os colegas e visita de campo, faz menção ao projeto ser inclusivo, ou seja, deu voz para se expressarem e desenvolverem-se, fato que não ocorria antes devido a timidez. Por ocasião das interações com seus colegas demandadas pelo projeto, enuncia que pela primeira vez na escola sentiu-se importante, pois estava fazendo algo que poderia ajudar outras pessoas.

Podemos perceber uma evolução significativa dos alunos ao tecerem considerações pertinentes após o questionário final e na entrevista dada ao professor para a finalização do projeto, configurando o alcance de níveis relevantes de pensamento crítico acerca das questões-problemas propostas.

Portanto, criar condições para os alunos avançarem em relação aos seus conhecimentos prévios, como percebido através das manifestações ao longo do andamento do projeto, nos permite vislumbrar horizontes promissores no que tange à aprendizagem por meio de interações discursivas, orientando sobre os diferentes trajetos para abordar determinados temas.

Segundo Sasseron (2013), utilizar-se das interações discursivas em sala de aula ainda não é algo trivial, prevalecendo o ensino predominantemente instrucionista e reprodutivista. Nesse paradigma, como elencamos anteriormente, o professor expõe o conteúdo de forma que os conhecimentos prévios e o processo de construção da aprendizagem por parte dos alunos continuam rejeitados (Muenchen & Auler, 2007).

Corroborando, Freire (1992, p. 86) também defende que a valorização do contexto social é imprescindível para o desenvolvimento e aprendizagem do aluno, pois:

Não podemos deixar de lado, desprezando como algo imprestável, o que os educandos, sejam crianças chegando à escola ou jovens e adultos a centros de educação popular, trazem consigo



de compreensão do mundo, nas mais variadas dimensões de sua prática na prática social de que fazem parte. Sua fala, sua forma de contar, de calcular, seus saberes em torno do chamado outro mundo, sua religiosidade, seus saberes em torno da saúde, do corpo, da sexualidade, da vida, da morte, da força dos santos, dos conjuros.

Por outro lado, as interações discursivas entre alunos e entre professor e alunos são facilitadas com o auxílio de estratégias e recursos educacionais que favorecem o alcance dos objetivos da Educação CTS. Nesta pesquisa, a importância desse recurso na construção da aprendizagem é destacada na fala da aluna A14, ao afirmar que “O grupo é muito participativo, elaborávamos as questões, discutíamos quem perguntaria tal questão” e do aluno A4, ao relatar “Uma continuidade dos diálogos que nós alunos tínhamos no grupo”. Tais caminhos permitiram a outros alunos construir e desconstruir seus argumentos enquanto obtêm ganho cultural.

Portanto, utilizar de abordagens temáticas e pesquisa de campo é desenvolver um movimento multidirecional, no qual o aluno passa a ser o centro do processo de aprendizagem, como manifestam Schein & Coelho (2006, p. 89-90):

O questionamento desempenhou, nas situações descritas, um papel essencial como ferramenta promotora de aprendizagem por desencadear processos importantes na construção do conhecimento científico, como instigar os alunos a expressar suas ideias e o seu conhecimento prévio, a observar, a estabelecer relações entre situações de sala de aula e o seu cotidiano, a criar, a investigar, a explicar, a criticar, a adquirir consciência, a tomar decisões e a evoluir em seus conceitos, métodos e atitudes.

Dando continuidade, apresentaremos a seguir apontamentos que destacam o caráter de transformação social proporcionado pela Educação CTS implementada junto aos estudantes da escola investigada para, em seguida, tecermos nossas conclusões.

Transformação social proporcionada pela Educação CTS

Para que seja possível modificar alguns aspectos da realidade enfrentada pelos estudantes é muito importante que eles entendam a situação em que vivem, consigam analisar os problemas de seu bairro, sentir-se parte desse coletivo e, assim, poderem refletir sobre formas de empoderamento e transformação.

Uma das formas de proporcionar essa mudança de atitude é por meio de projetos que se apoiam na Educação CTS. Neste sentido, o projeto “Aprender pela Pesquisa” implantado na escola participante tem contribuído para que estudantes de escola pública reflitam sobre os problemas e melhorias de seus bairros. Para Santos (2005), é preciso desenvolver nos estudantes uma cultura mais participativa e autônoma que favoreça o bem-estar social.

Em relação aos problemas enfrentados pelos alunos e moradores, um dos principais são as ruas do bairro que por não ser asfaltada emitem grandes quantidades de particulados (poeiras) levantadas por caminhões, gerando preocupações pois, alunos de uma escola municipal estavam fazendo suas refeições em meio a poeira.



Para isso, o projeto se transformou em um instrumento fundamental para o debate sobre impactos ambientais, políticos e sociais decorrentes da atividade humana, proporcionando oportunidades para compartilhar conhecimentos, ampliar relacionamentos e ainda promover a participação dos estudantes em significativas mudanças no bairro onde residem, como mostrado na figura abaixo.



Figura 1. Empresa mineradora molhando o entorno da escola do bairro Piraporinha. Fonte: dos autores.

Pavimentação do acostamento

A pesquisa foi realizada na zona rural de Salto de Pirapora, localizada às margens da Rodovia do Minério que liga as cidades de Salto de Pirapora, Piedade e Votorantim, as quais apresentam carências econômicas e de infraestrutura. As atividades desenvolvidas permitiram salientar a importância da participação dos estudantes de uma escola pública da cidade e da população, de maneira que possam ser capazes de participar de decisões que afetam sua qualidade de vida e que são de interesse social. A partir de entrevistas e pesquisas de campo obtidas a partir do projeto “Aprender pela Pesquisa”, constatou-se que a pavimentação do entorno da escola do bairro pesquisado era uma das necessidades prioritárias na visão dos estudantes e moradores entrevistados.

A obra de pavimentação da principal via de acesso a esse bairro é de responsabilidade dos órgãos responsáveis (Prefeitura e Estado), os quais deverão assumir o compromisso com os direitos desses cidadãos. A realidade dessa comunidade foi evidenciada pela pesquisa que ampliou o entendimento acerca da necessidade de haver requalificação do ambiente carente de pavimentação e de infraestrutura adequada.

Assim sendo, a pavimentação do entorno é de grande relevância, já que ela possibilita qualidade de vida para as crianças (estudantes da escola e do bairro), gerando desenvolvimento



à comunidade, beneficiando a conquista e a ocupação de regiões isoladas, promovendo ligações entre os centros e as periferias e, ainda, auxiliando na valorização das áreas.

Entendemos também que o desenvolvimento do projeto interligando de diferentes maneiras a escola e a empresa mineradora gerou grande satisfação para os alunos, pois constataram na entrevista realizada com o Prefeito seus questionamentos e anseios se concretizarem. Isso se torna possível quando escola e entidades coexistem em um processo de harmonia e respeito em que ambas se encontram abertas para o alcance de objetivos em comum. Nesse movimento, quem ganha é a sociedade.



Figura 2. Recapeamento da rodovia e melhoria do acostamento nas proximidades da escola do bairro Piraporinha. Fonte: dos autores.

Logo, trabalhar na perspectiva de uma transformação social que contribua para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos é atuar em consonância com os objetivos centrais da Educação CTS, que se preocupa em promover aspectos importantes como o aumento da conscientização, desenvolvimento de valores e atitudes e adoção de comportamentos éticos na sociedade, elementos destacados por Moraes & Araújo (2012).

Conclusões

Atualmente os métodos utilizados pelos professores estão muito próximos do ensino tradicional, com aulas pouco atrativas e apenas o professor atuando em um verdadeiro monólogo. Neste formato, há pouca liberdade para o estudante se manifestar de forma crítica em



relação ao conteúdo que está aprendendo. O ensino de Física acaba se caracterizando por uma simples resolução de exercícios com a mera finalidade de treinar os estudantes para as provas de vestibulares.

Nossos resultados reafirmaram que a Educação CTS é capaz de propiciar maior liberdade para os estudantes exporem suas conclusões perante o professor; maior interação entre os próprios estudantes, que consideraram as aulas mais dinâmicas e interativas em relação ao método tradicional onde predomina a voz do professor na sala de aula e, muito importante, os estudantes não demonstraram nenhuma resistência ou apresentaram dificuldades em relação ao desenvolvimento das atividades alinhadas à esta vertente educacional, confirmando a adequação e o sucesso do potencial educacional do referencial teórico e metodológico empregado.

Entendemos, portanto, que a promoção de uma Aprendizagem Crítica acerca dos impactos ambientais gerados pela Mineração, favorecendo a conscientização dos estudantes e sua participação ativa e cidadã frente aos temas debatidos e entrevistas proporcionadas, constituiu um dos importantes objetivos alcançados ao longo das intervenções realizadas.

Os estudantes manifestaram-se favoráveis à metodologia empregada, em função do trabalho em grupos e da liberdade para expressar suas opiniões, sendo que os resultados mostram estímulos à sua autonomia e ao desenvolvimento da capacidade de pensar e refletir criticamente, aspectos relevantes para que o exercício da cidadania se realize em parâmetros mais elevados, mostrando que os objetivos formativos almejados nesta pesquisa de cariz CTS foram alcançados de modo a favorecer o desenvolvimento mais amplo dos estudantes, em um ambiente de ricas interações que são consideradas por Santos & Mortimer (2002) como essenciais para a aprendizagem ocorrer, pois permitem ratificar ou retificar as hipóteses lançadas pelos alunos.

Em relação as transformações sociais alcançadas e/ou estimuladas a partir das demandas e participações dos estudantes no projeto, é importante salientar a conscientização acerca das transformações sociais/culturais favorecida pelos debates, o que resultou na umectação das vias próximas a área escolar, em questionamentos sobre falta de segurança no bairro, além dos levantamentos de denúncias dos estudantes sobre assédio sexual por parte dos caminhoneiros, levando ao policiamento ostensivo com relação ao bairro, bem como o aumento de atividades culturais (cinema, esportes) ocorrendo no plano social mais amplo, sempre envolvendo decisões coletivas.

Também é importante reconhecer que, no âmbito das implementações em sala de aula, muitas vezes o pensamento crítico constituiu ferramenta para compreensão e enfrentamento de uma dada situação, contribuindo para a inserção cidadã.

Essa perspectiva de educação CTS voltada à cidadania possibilitou a identificação de contradições nos propósitos políticos que levaram ao desenvolvimento de determinado produto da Ciência e Tecnologia, a exemplo das poucas oportunidades de empregos oferecidas aos moradores na qual a mineradora está inserida no bairro, implicando em um controle social mais amplo.

Para elucidar essa afirmação é enfatizado que o progresso científico e tecnológico não tem atendido às necessidades básicas do bairro pesquisado como um todo, mas tem servido para a promoção de interesses econômicos de poucos.



Nessa ótica, a pesquisa possibilitou intervenção no processo de implementação de cursos profissionalizantes, questionamentos referentes a destruição dos sítios arqueológicos, possibilitando melhor construção do conhecimento das relações de poder presentes e algumas das contradições existentes.

Contribuições dos autores

Conceptualização e Metodologia desenvolvida por Mauro S. T. Araújo; Análise formal realizada pelos dois autores, Investigação e coleta de dados realizada por Anderson Claiton Ferraz; Escrita - Esboço original elaborado por Anderson Claiton Ferraz; Escrita - Revisão final do texto realizada por Mauro S. T. Araújo; Visualização e apresentação do trabalho feita por Anderson C. Ferraz.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes.

Referências

- Aires, B. F. C. & Bastos, R. P. (2011). Representações sobre Meio Ambiente de alunos da educação básica de Palmas (TO). Palmas – TO. *Ciência & Educação*, 17(2), 353-364.
- Almeida, L. H. & Moll, J. (2018). Aproximações entre educação integral e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). *Revista Ciências Humanas*, Frederico Westphalen, 13(3), 118-142.
- Auler, D.; Dalmolin, A. M. T. & Fenalti, V. S. (2009). Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. *Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(1), 67-84.
- Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- Bonadiman, H. & Nonenmacher, S. E. B. (2007). O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*. UNIJU, 24(2), 194-223.
- Brasil. (2002). Ministério da Educação. Pcn+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, MEC/SEMT.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular*. Brasília. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 14 mar. 2022.
- Demo, P. (2015). *Educar pela Pesquisa*. 10. ed. Campinas: Autores Associados.
- Formenton, R. & Araújo, M. S. T. (2015). Educação Sócio-Ambiental Desenvolvida sob o Enfoque CTS entre Alunos do Curso Técnico de Nível Médio em Automação Industrial do IFSP. *RenCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, 6(1), 33-42.



- Freire, P. (1992). *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gil, R. (2003). Análise de Discurso. In: Bauer, M. W.; Gaskell, G. (Orgs.). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático*. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes Editora, 244-270.
- Gil, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- Moraes, J. U. P. & Araújo, M. S. T. (2012). *O ensino de Física e o enfoque CTSA: caminhos para uma Educação Cidadã*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Muenchen, C.; Auler, D. (2007). Configurações Curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na Educação de Jovens e Adultos. *Ciência & Educação*, 13(3), 421-434.
- Paiva, H. A. & Araújo, M. S. T. (2022). Conscientização de estudantes do Ensino Médio Técnico por meio da Educação CTS: abordagem do tema trânsito e mobilidade urbana visando à formação para a cidadania. *RenCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, 13(1), 1-27.
- Pereira, N. V. & Araújo, M. S. T. (2020). Produção e Utilização de Energia no Contexto do Agronegócio Tocantinense: uma Abordagem Pautada nas Relações Ciência, Tecnologia e Sociedade para o Ensino Médio Técnico. *Research, Society and Development*, 9(1), e141911818.
- Pietrocola, M. (2005). Linguagem e estruturação do pensamento na ciência e no ensino de ciência. In: Pietrocola, Maurício (Org.). *Filosofia, Ciência e História*: 1 ed. São Paulo: Editora Discurso editorial.
- Pinto, V. R. C.; Araújo, M. S. T.; Cabrera, M. R. & Formenton, R. (2018). O perfil docente necessário à implantação do enfoque CTS no Ensino de Ciências. In: *Abordagens Contemporâneas de Ensino e Aprendizagem*. Calegari, R. P.; Palhardi, A. L. (Orgs.). Salto, SP: Editora ASLE, 97-121.
- Robson, C. (1993). *Real World Research*. Oxford: Blackwell, 510 p.
- Santos, M. E. (2005). Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS: rumo a novas dimensões epistemológicas. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, Buenos Aires, 2(6), 137-157.
- Santos, W. L. P. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, Florianópolis, 1(1), 109-131.
- Santos, R. A. & Auler, D. (2019). Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da ciência-tecnologia na sociedade. *Ciência & Educação*, Bauru, 25(2), 485-503.
- Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Rev. Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 110-132.
- Sasseron, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning.
- Schein, Z. P. & Coelho, S. M. (2006). O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23(1), 68-92.
- Silveira, R. M. C. F. & Bazzo, W. (2009). Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 15(3), 681–694.
- Strieder, R. B.; Watanabe-Caramello, G. & Gehlen, S. T. (2012). Abordagem de Temas no Ensino Médio: compreensões de professores de Física. *Revista Ensaio*, 14(2), 153-169.