



Abordagem de Aspectos da Natureza da Ciência por meio da Educação CTS no Ensino Médio

Approach to Aspects of the Nature of Science through STS Education in High School

Aproximación a los aspectos de la Naturaleza de la Ciencia a través de la educación CTS en la escuela secundaria

Jorge Felipe Fires de Brito
Escola Sagrada Família
Universidade Cruzeiro do Sul
jorgefelipefiresdebrito@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5906-4506>

Mauro Sérgio Teixeira de Araújo
Universidade Cruzeiro do Sul
mstaraujo@uol.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-0088-8973>

Resumo

Este trabalho apresenta resultados de um conjunto de intervenções didático-pedagógicas realizadas com alunos do 1º Ano do Ensino Médio no componente curricular Física de uma escola particular de São Paulo com o objetivo de enfatizar aspectos de Natureza da Ciência e esclarecer algumas relações entre os elementos da tríade C-T-S, de modo a proporcionar mais significado aos conceitos científicos abordados, tendo por base os objetivos da Educação CTS. A investigação se caracteriza como uma pesquisa qualitativa apoiada em procedimentos típicos da Pesquisa-Intervenção, sendo que as atividades buscaram aprimorar as abordagens de ensino de modo a favorecer o protagonismo discente, estimulando-o a construir novos conhecimentos e ampliar sua compreensão acerca do mundo em que vive. Através de debates e seminários envolvendo temáticas relevantes, bem como de entrevistas semiestruturadas, foi possível constatar que a maior parte dos estudantes pode desenvolver seu pensamento crítico, ampliou sua capacidade de refletir e argumentar, permitindo fortalecer a autonomia intelectual, o protagonismo juvenil e o entendimento de questões alinhadas com o PPP da escola participante e com a Educação CTS. Os resultados apontam para o entendimento de que a Ciência é uma construção humana e histórica, apresentando um caráter de não neutralidade, não salvacionista e que os conhecimentos científicos e tecnológicos não se caracterizam como verdades absolutas, sendo seus efeitos sobre a sociedade e o meio ambiente sentidos tanto na forma de benefícios quanto de malefícios.

Palavras-chave: Educação CTS; Natureza da Ciência; Ensino de Física; Capacidade de argumentação. Pensamento crítico.



Abstract

This paper presents results of a set of didactic-pedagogical interventions performed with students of the 1st year of high school in the Physical curricular component of a private school in São Paulo with the objective of emphasizing aspects of the Nature of Science and clarifying some relationships between the elements of the S-T-S triad, in order to provide more meaning to the scientific concepts addressed, based on the objectives of STS Education. The investigation is characterized as a qualitative research supported by typical procedures of The Intervention Research, and the activities sought to improve the teaching approaches in order to favor the student protagonism, encouraging him to build new knowledge and broaden its understanding of the world in which he lives. Through debates and seminars involving relevant topics, as well as semi-structured interviews, it was possible to verify that most students can develop their critical thinking, expand their ability to reflect and argue, allowing to strengthen intellectual autonomy, youth protagonism and understanding of issues aligned with the PPP of the participating school and with the STS Education. The results point to the understanding that science is a human and historical construction, presenting a character of non-neutrality, non-salvationist and that scientific and technological knowledge is not characterized as absolute truths, and its effects on society and the environment are felt both in the form of benefits and harms.

Keywords: STS Education; Nature of Science; Physics Teaching; Argumentation ability; Critical thinking.

Resumen

Este artículo presenta resultados de un conjunto de intervenciones didáctico-pedagógicas realizadas con estudiantes del 1º año de secundaria en el componente curricular de Física de una escuela privada en São Paulo con el objetivo de enfatizar aspectos de la Naturaleza de la Ciencia y aclarar algunas relaciones entre los elementos de la tríada C-T-S, con el fin de proporcionar más significado a los conceptos científicos abordados, basado en los objetivos de Educación CTS. La investigación se caracteriza como una investigación cualitativa apoyada en procedimientos típicos de la Investigación de Intervención, y las actividades buscaron mejorar los enfoques de enseñanza para favorecer el protagonismo del estudiante, alentándolo a construir nuevos conocimientos y ampliar su comprensión del mundo en el que vive. A través de debates y seminarios que involucran temas relevantes, así como entrevistas semiestructuradas, fue posible verificar que la mayoría de los estudiantes pueden desarrollar su pensamiento crítico, ampliando su capacidad de reflexión y argumentar, permitiendo fortalecer la autonomía intelectual, el protagonismo juvenil y la comprensión de temas alineados con el PPP de la escuela participante y con la Educación CTS. Los resultados apuntan a la comprensión de que la ciencia es una construcción humana e histórica, que presenta un carácter de no neutralidad, no salvacionista y que el conocimiento científico y tecnológico no se caracteriza como verdades absolutas, y sus efectos sobre la sociedad y el medio ambiente se sienten tanto en forma de beneficios como de daños.

Palabras clave: Educación CTS; Naturaleza de la Ciencia; Enseñanza de la Física; Capacidad de argumentar; Pensamiento crítico.



Introdução

O presente trabalho apresenta alguns resultados decorrentes de um conjunto de intervenções didático-pedagógicas realizadas com alunos do 1º ano do Ensino Médio no componente curricular Física, visando enfatizar alguns aspectos de Natureza da Ciência e esclarecer algumas relações entre os elementos da tríade C-T-S, promovendo mudanças na abordagem de conceitos científicos de modo a proporcionar maiores significados aos discentes, facilitando a compreensão dos impactos gerados em seu meio social pelos conhecimentos científicos e tecnológicos construídos historicamente. De acordo com Borges e Lima (2007), diante das transformações vividas pela sociedade, a escola precisa avançar em direção a novas práticas que permitam reorganizar os conteúdos e objetivos formativos, contribuindo para que o educando amplie sua inserção na comunidade a qual faz parte.

Segundo Sasseron (2011) estamos em uma sociedade que utiliza os conhecimentos da Ciência constantemente, os quais atingem cada vez mais uma parcela maior da população, apesar da escola ainda se encontrar presa a um modelo de ensino de Física desatualizado e desconectado da realidade dos alunos, sendo preciso estender as fronteiras e formar alunos capazes de reconhecer o conhecimento adquirido em situações aplicáveis no seu dia-a-dia, deixando o componente curricular Física de explorar apenas conteúdos e passando a se preocupar com uma formação mais ampla de alunos integrados à sociedade em que vivem (Sasseron, 2011).

Sendo assim, é preciso ressignificar a atuação docente, aprimorando os métodos, abordagens e estratégias de ensino de modo a envolver o público discente, estimulando-o a construir novos conhecimentos que façam sentido e que o auxiliem a compreender o mundo em que vive, visando a sua transformação em busca de uma melhor qualidade de vida. Entendemos que é preciso superar as práticas tradicionais com relação ao ensino de Física e avançar para além da mera aplicação de fórmulas matemáticas associadas aos aspectos conceituais (Pimenta Neto & Araújo, 2014), evitando aulas monótonas e pouco interessantes baseadas em exercícios prontos e decorativos. É importante que a prática docente permita que o aluno desenvolva seu senso de investigação, de questionamento e de participação, aprendendo a ser crítico e tornando-se corresponsável pela sua aprendizagem (Briccia, 2013).

Neste contexto que demanda mudanças no processo educacional, encontramos na Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) um caminho promissor para que o ensino alcance patamares formativos mais elevados. Porém, para que as práticas docentes estejam alinhadas às premissas da Educação CTS é preciso que os professores adquiriam conhecimentos teóricos e práticos que contribuam para o aperfeiçoamento de suas atividades profissionais, possibilitando que atuem de maneira crítica e reflexiva e com o apoio de pesquisas relacionadas com a sua própria experiência docente. Evidentemente isto demandará, entre outros aspectos, a formulação de políticas públicas favoráveis a esta finalidade, inclusive no que se refere aos programas de pós-graduação stricto sensu, conforme salientam Cabrera e Araújo (2018, p. 24) ao apontarem para:

[...] a necessidade de uma sólida política pública que atenda ao funcionamento dos programas de pós-graduação de modo a responder aos desafios levados adiante na sua atividade de pesquisa e no fluxo de pesquisadores mestres e doutores preparados para atender as necessidades da educação nacional.



Neste sentido, López e Cerezo (1996, *apud* Santos, 2008) retratam que um dos objetivos da Educação CTS é o estudo de aspectos tecnológicos, sociais e científicos, tendo por base debates que envolvam processos históricos, éticos e socioeconômicos possibilitando ao educando se perceber como agente de transformação, adquirindo um conhecimento que faça sentido para seu contexto de vida e não apenas no âmbito escolar. A Educação CTS preconiza a compreensão de que todos fazemos parte da sociedade, portanto, devemos contribuir para a sua evolução (Santos & Mortimer, 2009), o que demanda não apenas a aquisição de conhecimentos científicos, como também desenvolvimento de valores e atitudes, a compreensão de aspectos da Natureza da Ciência, além de uma maior conscientização visando a tomada de decisões responsáveis do ponto de vista social e ambiental.

Sendo assim, este trabalho envolveu um conjunto de intervenções destinadas a estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma instituição privada da grande São Paulo, contemplando aspectos da Natureza da Ciência (NdC) e conceitos de Astronomia que foram abordados visando o alcance de alguns objetivos da Educação CTS, tendo como questão norteadora de pesquisa: *Quais contribuições a Educação CTS pode oferecer para que alunos do Ensino Médio compreendam alguns aspectos da Natureza da Ciência no componente curricular Física?*

Como objetivo geral de pesquisa buscamos investigar as contribuições da Educação CTS para a formação de estudantes do Ensino Médio por meio da abordagem de aspectos da Natureza da Ciência, com destaque para o caráter salvacionista e a sua neutralidade, e algumas relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, buscando promover o desenvolvimento de algumas competências gerais da BNCC, como a aprendizagem de conhecimentos historicamente construídos, a valorização de saberes e a capacidade de argumentação, favorecendo a autonomia e o protagonismo dos estudantes.

Neste processo é importante que os estudantes compreendam as influências que as atividades científicas e tecnológicas exercem sobre a sociedade, pois como defendem Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p.72) “o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político e social”.

Além disso, com base nas intervenções didático-pedagógicas propostas esperamos que o ensino de Física contribua para que o aluno construa novos conhecimentos, identificando as transformações da sociedade em que se encontra imerso, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo e de valores e atitudes que possam conferir à Educação um caráter de formação humana, oportunizando ao alunado perceber de maneira diferenciada seu papel frente à sociedade, modificando sua visão de mundo.

Contextualização teórica

As transformações que a sociedade vivencia ao longo do tempo e que se intensificaram nas últimas décadas deixam claro para os educadores que a sua maneira de atuar nas salas de aula e os objetivos formativos almejados precisam ser repensados. Conceitos e teorias hoje chegam aos ambientes escolares de forma muito mais rápida, oportunizando ao alunado conhecimentos



que corroboram com sua formação social, cultural e científica (Oliveira, 2006), contribuindo para que se posicionem frente aos problemas que afetam a sociedade a que pertencem. Este aspecto se alinha ao posicionamento de Santos (2005) quando afirma que esta é uma das variáveis essenciais para atuação do cidadão na sociedade atual.

No mesmo sentido, Teixeira (2011) salienta que durante longas décadas muitos educadores defendem que um dos objetivos essenciais de uma educação de qualidade é fomentar atividades que tenham foco na formação para a cidadania. Em sentido convergente, Paiva e Araújo (2022, p. 4) apontam para os objetivos formativos presentes na Educação CTS, defendendo que:

Assim, é importante ter em mente os objetivos formativos para que se possa definir o adequado direcionamento das atividades educacionais, de modo que nesta pesquisa de matiz CTS buscamos 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.

Assim, com base nestes conceitos que integram Educação e Cidadania buscamos nesta pesquisa consolidar alguns apontamentos do Projeto Político Pedagógico (2019) da instituição lócus da pesquisa, que preconiza um aluno capaz de ler e interpretar a realidade do mundo que o cerca, assumindo suas próprias responsabilidades e tendo como foco criar e desmistificar o futuro, aspectos que se alinham aos objetivos da Educação CTS que ampara esta investigação.

De acordo com Moraes e Araújo (2012) e Auler e Delizoicov (2006), a Educação CTS se iniciou em meados do século XX logo após a 2ª Guerra Mundial, quando o mundo se abriu para debater o papel da Ciência e da Tecnologia e seus possíveis impactos sobre a sociedade, visto que o modelo linear de desenvolvimento científico e tecnológico não estava gerando o esperado enlevo social.

Por sua vez, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) afirmam que a Educação CTS objetivou desde o início investigar e integrar temas científicos e tecnológicos em uma nova perspectiva, visando a formação de educandos críticos e reflexivos, capazes de tomar decisões responsáveis sobre assuntos que envolvam Ciência e Tecnologia. De acordo com Auler (2007, p.1) ensinar sob os princípios da Educação CTS visa “promover o interesse dos estudantes em relacionar ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas aos usos da ciência-tecnologia (CT)”, caracterizando um processo formativo promotor da argumentação e do pensamento crítico e reflexivo.

Juntamente com os objetivos da Educação CTS, encontramos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) a defesa de conceitos éticos, estéticos e políticos que favoreçam a formação integral do ser humano, contribuindo para uma sociedade inclusiva e democrática, o que nos remete ao desenvolvimento de valores e atitudes, conscientização e responsabilidade social e ambiental, aspectos que integram a Educação CTS. Conforme aponta a BNCC (BRASIL, 2018), o foco da Educação deve ser o pleno desenvolvimento do estudante, seu crescimento como cidadão e sua qualificação para o mundo do trabalho, sendo que as aprendizagens essenciais estão atreladas ao desenvolvimento de 10 competências gerais, caracterizando o cidadão que devemos formar a partir da implantação de recursos metodológicos e estratégias de ensino compatíveis com os objetivos formativos almejados.



Aspectos metodológicos da pesquisa

A investigação se insere no âmbito de uma pesquisa qualitativa, onde o pesquisador delimita-se a desenvolver o trabalho enfatizando os fatos que contribuíram para que a pesquisa acontecesse, sem destinar notoriedade à quantificação, se atentando a informações que foram produzidas de diferentes formas (Gerhardt & Silveira, 2009).

Associada a abordagem qualitativa, utilizaram-se também procedimentos característicos da Pesquisa-Intervenção que de acordo com Damiani *et al.* (2013, p.57) é “[...] definida como uma pesquisa que envolve o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações pedagógicas) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam”. Portanto, com este procedimento de pesquisa objetivamos envolver os discentes em atividades que envolveram a aplicação de questionários iniciais/finais, apresentações de seminários, realização de debates e entrevistas semiestruturadas.

Para Castanho (2011) o debate quando utilizado como ferramenta de estudos é um excelente recurso que proporciona ao educando a possibilidade de confrontar vários pontos de vista sobre um determinado conceito, possibilitando assim que o discente possa se expressar livremente tomando como aporte leituras prévias para fundamentar seus pensamentos e posicionamentos.

Nas palavras de Pimenta Neto e Araújo (2014) a utilização de seminário nas aulas desenvolve nos alunos competências e habilidades essenciais que corroboram para o desenvolvimento de importantes conceitos, no caso deste trabalho sendo aplicados ao componente curricular Física. Neste sentido, Veiga (2011) enfatiza que a utilização de seminários durante as aulas oportuniza ao discente um ensino socializado, onde ele tem a oportunidade de debater vários temas e expor seus pontos de vista.

Resultados e discussões

A análise dos dados destinados à referida pesquisa teve como apoio três fontes de sustentação: a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), diferentes autores alinhados ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e, ainda, o Projeto Político Pedagógico da instituição que serviu como lócus para a realização deste trabalho, tendo em mente uma perspectiva de Educação Humanista.

Portanto, selecionamos neste recorte a apresentação de resultados relacionados com dois objetivos específicos traçados para a pesquisa, iniciando com a apresentação dos resultados das atividades que buscaram esclarecer algumas relações da tríade C-T-S: *Estimular a aprendizagem de relações entre o conhecimento científico, tecnológico e a sociedade.*

Para identificar o alcance deste objetivo, analisamos as respostas dadas pelos alunos para a segunda questão da entrevista semiestruturada, que aborda benefícios ou malefícios que a Tecnologia pode ocasionar para a sociedade, e também durante a realização do debate cujas temáticas versavam sobre relações entre o conhecimento científico, tecnológico e a sociedade.



Os resultados mostrados no Gráfico 1 sinalizam que os alunos entendem que a Tecnologia pode gerar benefícios à sociedade, mas também malefícios, principalmente relacionados com: distanciamento social pelo mal uso de recursos de comunicação como os celulares, desigualdade social pelo acesso restrito que algumas camadas sociais apresentam em relação a diversos recursos tecnológicos, embora se verifique mais facilidade de acesso às informações por conta da Internet, por exemplo.

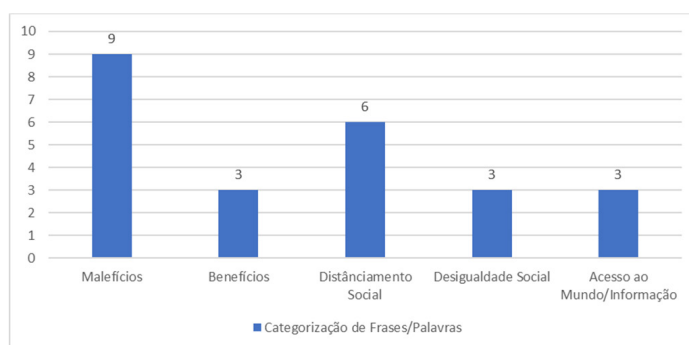


Gráfico 1. Categorização da Entrevista Semiestruturada – Questão 2: Vivemos em um mundo onde a tecnologia afeta diretamente formas do modo de vida da sociedade. Esta forma de viver tecnologicamente apresenta benefícios ou malefícios à sociedade atual?

Observamos pela categorização das falas que 9 (nove) alunos defendem a ideia de que a forma de viver tecnologicamente é prejudicial à sociedade, pontuando em suas falas expressões do tipo distanciamento social e desigualdade social, como podemos observar nas transcrições:

____ *Eu vejo como malefício, o uso desenfreado da tecnologia, hoje em dia não temos mais a conversa olho no olho, as pessoas se distanciaram, em geral preferem trocar mensagens por celulares, e-mails, conversas de bate papo em suas residências, do que sair e conversar pessoalmente.*

____ *A sociedade sempre foi desigual, mas com o aumento do uso da tecnologia isso ficou mais evidente, aqueles que tem acesso à tecnologia conseguem muito, quem não tem acesso acaba sendo deixado de lado, então esta forma de viver tecnologicamente é um malefício.*

Por outro lado, apenas 3 (três) alunos assumem como benéfico este estilo de viver tecnologicamente, tendo em suas expressões a ideia de acesso ao mundo e a informação:

____ *Creio que viver tecnologicamente é muito bom, a tecnologia pode nos levar a conhecer lugares em apenas frações de segundos, o professor de História e a professora de Geografia comprovaram isso em suas aulas, nos mostraram lugares, nos deram acesso a este benefício.*

____ *Estamos em uma escola tecnológica, nosso material está dentro de um computador, temos acesso à informação muito mais rápido do que antigamente, faço pesquisas em meu celular, conheço lugares, converso com pessoas, mesmo morando em outras localidades, então acho que isso é bom para a sociedade como um todo.*

Segundo Auler (2002) a visão que aponta a ideia de viver tecnologicamente ser um bem social está vinculada a percepção de que a Tecnologia irá solucionar todos os problemas da sociedade ocasionando assim um progresso social, constituindo uma perspectiva salvacionista da mesma.



Ainda com base neste objetivo específico, podemos observar as falas dos alunos expressas durante o debate promovido sobre a temática abordada no texto de João Zanetic (2005), intitulado “Física e Cultura”, quando emergiram categorias criadas com base na Análise de Conteúdo de Bardin (2016) aplicada às falas dos discentes. Assim, percebemos no Gráfico 2 falas que apontam para a evolução da Ciência, aumento da produção científica e aliança com a sociedade:

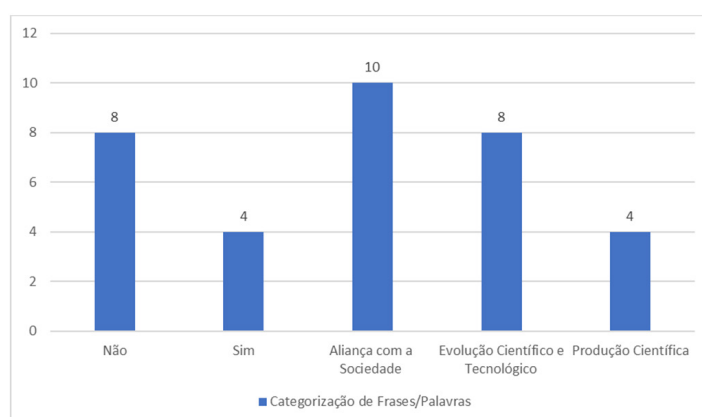


Gráfico 2. Categorização das falas dos alunos no debate referente ao questionamento: É fácil constatar que a Ciência é uma força dinâmica de mudança social, embora nem sempre de mudanças previstas ou desejadas.

Através de relatos dos estudantes sobre o tema em questão constatamos que 4 (quatro) alunos defendem a ideia de que sim, a Ciência é uma força dinâmica de mudança social contra 8 (oito) dos alunos que negaram tal afirmação. Com relação a afirmação da Ciência ser uma força de mudança social, descrevemos a seguir algumas falas que ilustram seus posicionamentos:

____ A Ciência pode mudar uma sociedade plenamente sim, a sua produção dentro dos laboratórios é uma prova disso, a produção de medicamentos por exemplo, pode ajudar uma sociedade a se salvar de doenças.

____ A sua produção científica pode mudar uma sociedade inteira, vejamos os casos das bombas que auxiliaram a 2ª Guerra Mundial, com base nas suas fabricações com auxílio científico, mudamos uma sociedade e parte da história mundial.

____ A Ciência sim pode mudar a organização de uma sociedade inteira sem a gente conseguir imaginar o que está acontecendo, seus investimentos em produzir cada vez mais métodos científicos proporciona esta mudança.

____ A Ciência tem uma força positiva de mudança, consegue transformar uma sociedade trazendo perspectivas de vida mais longa para toda uma população, graças a seus estudos.

No sentido oposto temos o posicionamento de 8 (oito) alunos que negam o fato da Ciência ser isoladamente uma força dinâmica de mudança social, pois depende de outros atores sociais.

____ Não, a Ciência por si não pode tomar decisões sozinhas, ela precisa se aliar com a sociedade para que todos possam disfrutar das coisas boas, aí sim com base nesta aliança podemos ter em mente uma mudança social.



_____ *A Ciência não é uma força dinâmica capaz de mudar uma sociedade por inteiro, a sociedade antes de mais nada tem que se aliar com a Ciência, parar de acreditar em verdades postas pela Ciência, e fazer sua parte, não adianta a ciência criar melhorias para a humanidade e a própria não fazer o uso adequado.*

_____ *Não podemos dizer que a Ciência por si mesmo é uma força de mudança, pelo contrário a evolução científica e tecnológica está fazendo com que a própria sociedade mude por si mesmo, para conseguir se posicionar dentro do seu meio.*

Ao observar os posicionamentos dos estudantes acerca das questões debatidas vemos a importância de a escola ser um ambiente de formação capaz de oportunizar momentos em que os educandos possam explorar seu poder argumentativo e se posicionar sobre temáticas relevantes. Atividades desta natureza encontra-se em linha com o que defendem Anjos e Carbo (2019) ao descreverem a importância da escola gerar momentos de interação e reflexão sobre questões que extrapolam os limites da sala de aula.

Analisamos na sequência o objetivo específico: *Contextualizar aspectos da Natureza da Ciência, abordando mitos como o caráter salvacionista e a neutralidade da Ciência, bem como o papel da experimentação na produção do conhecimento científico.*

Entendemos que este objetivo também foi alcançado satisfatoriamente, tendo em vista o seminário: Aspectos da Natureza da Ciência enfatizando: a) A Ciência como uma construção humana e histórica; b) A Não neutralidade, o caráter salvacionista e a inexistência de verdades absolutas, apresentado por uma dupla de estudantes, permitindo constatar que os educandos compreenderam que tanto a Ciência quanto o cientista sofrem influências externas que advêm da cultura e do contexto social e econômico vivenciados em cada época, ainda que tal temática precise ser melhor abordada, pois nem todos os estudantes apresentaram uma visão adequada em relação ao questionamento proposto. A Figura 1 mostra um momento do seminário apresentado pelo grupo de alunos:

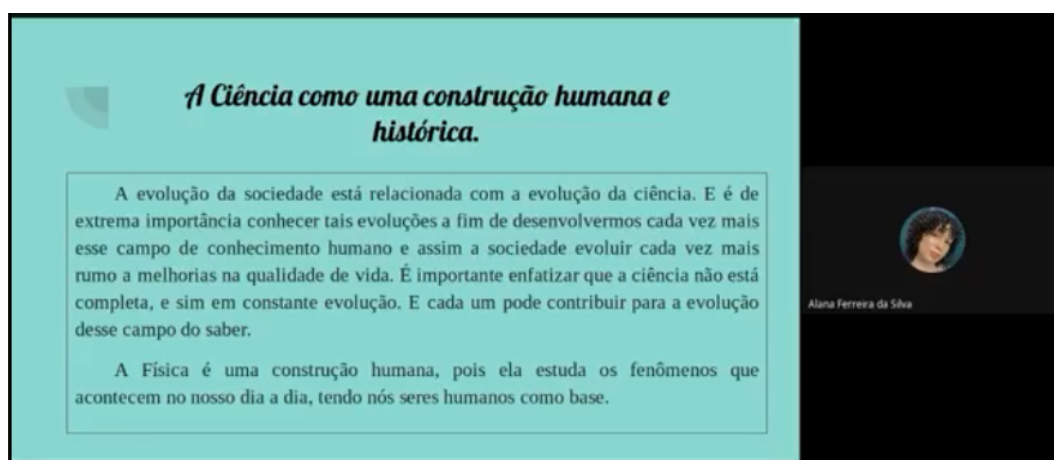


Figura 1. Apresentação do Seminário – Tema: Aspectos da Natureza da Ciência enfatizando: a) A Ciência como uma construção humana e histórica; b) A não neutralidade, o caráter salvacionista e a inexistência de verdades absolutas.



Com relação a apresentação do grupo destacamos as seguintes ideias pontuadas pelos discentes:

- ___ *A Ciência e o cientista são influenciados por sua atuação social e cultural;*
- ___ *A Ciência sofre intervenções por questões econômicas;*
- ___ *Nenhuma ideia está presa em uma redoma de vidro, ou seja, está sempre aberta a várias possibilidades, discussões e questionamentos;*
- ___ *Questões de época, suas influências e argumentos são um dos fatores mais importantes para a aceitação ou rejeição da ciência;*

Os comentários dos alunos com relação aos conceitos que envolvem Aspectos da Natureza da Ciência se alinham às ideias de Moura (2014) quando argumenta que conhecer aspectos da NdC se torna fundamental, uma vez que sustenta a constituição de um educando mais crítico, compreendendo a Ciência da forma como ela é, com seus acertos e erros.

No contexto apresentado pelo seminário podemos observar a importância da abordagem de temáticas como essa, reforçando o que defende Ricardo (2007) quando salienta que um ensino pautado na Educação CTS não distancia a escola dos saberes tradicionais, pelo contrário, promove junção entre os vários saberes a serem divulgados, trazendo a possibilidade de elucidar aos alunos “que a ciência, mesmo sendo confiável, produzindo resultados valiosos e duráveis, não é definitiva, ou seja, não atinge uma verdade absoluta” (Henrique, Andrade, L’Astorina, 2010, p. 26).

Referente ao Seminário que teve como título: “Impactos Positivos e Negativos que a Ciência e a Tecnologia têm provocado na sociedade, no meio ambiente e na vida das pessoas”, os alunos trouxeram tanto visões positivas quanto negativas acerca dos impactos da Ciência e Tecnologia sobre o meio ambiente e na vida das pessoas, como observamos na figura 2 mostrada a seguir. Como pontos positivos os alunos destacaram em suas falas:

- ___ *Quando se fala em pontos positivos podemos destacar, que neste contexto os impactos científicos e tecnológicos servem como uma alavanca para o desenvolvimento econômico.* Observamos ainda que os discentes trazem uma visão negativa da Ciência e Tecnologia quando apontam em suas falas, por exemplo:
- ___ *Falando sobre a visão negativa da Ciência e da Tecnologia podemos destacar como os próprios autores relatam é que na atualidade o que se observa é a escravidão do próprio homem pelas suas invenções e descobertas tecnológicas que só foram possíveis graças a aliança entre Ciência e Tecnologia.*

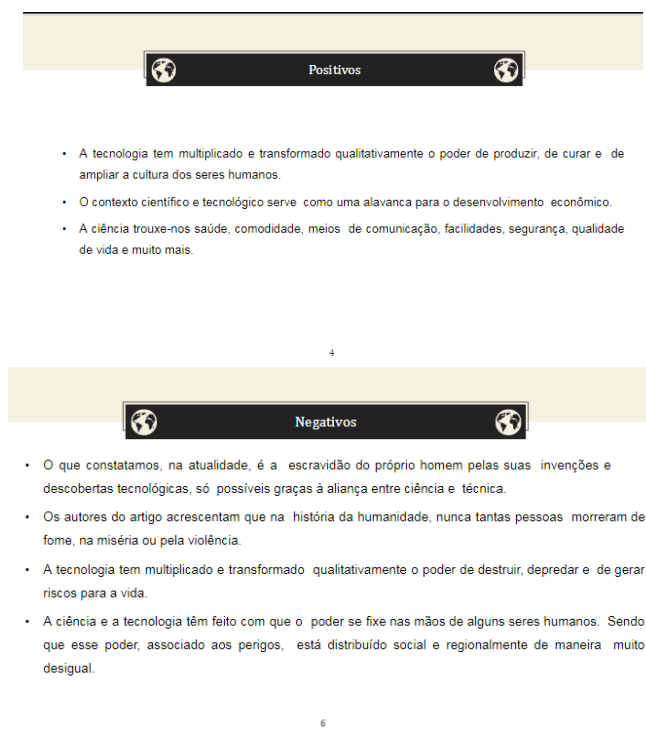


Figura 2. Apresentação do Seminário - Tema 1 – Impactos Positivos e Negativos que a Ciência e a Tecnologia têm provocado na sociedade, no meio ambiente e na vida das pessoas.

Quando retomamos os aspectos discutidos neste Seminário nas entrevistas semiestruturadas foi possível identificar outras manifestações dos estudantes, sendo observado que as respostas de 9 (nove) alunos foram categorizadas de acordo com expressões do tipo: “progresso social” e “progresso econômico”, como expressam suas falas transcritas abaixo:

___ Não, há um grande distanciamento entre o progresso social e os avanços da Ciência e da Tecnologia, muitas vezes os avanços trazidos pela Ciência e Tecnologia, podem desestabilizar a sociedade, exemplo disso seria o progresso das indústrias tecnológicas que substituíram a mão de obra gerando desemprego, o que prejudica a economia.

___ Não, acredito que o aumento da tecnologia trouxe maior desigualdade social, infelizmente presenciamos isso com a pandemia, onde quem tinha maior acesso a informação teve chances de estudar, que foi o nosso caso, nós tínhamos tecnologia, conseguimos estudar, porém outros não, então não estudaram, a tecnologia evoluiu mas não foi para todos.

Seguindo na análise observamos que 3 alunos tiveram suas respostas agrupadas na categoria “evolução da sociedade”, como podemos observar nas falas registradas abaixo:

___ Acredito que sim, a evolução da tecnologia trouxe muitos benefícios para toda a população, como por exemplo, conversar com alguém que está do outro lado do mundo, estudar sem sair da nossa localidade, são essas coisas que faz com que a sociedade também caminhe junto ao progresso.



____ *Sim, pois o progresso tecnológico trouxe mais recursos para a sociedade, pode fazer com que a sociedade evoluísse, alcançasse distâncias nunca antes vistas, almejamos estudar possibilidades de vida fora do nosso planeta e cura para doenças, então acredito ser um conjunto bom, se a tecnologia evolui a sociedade também evolui.*

Observamos pelas falas que a maioria dos educandos (nove) se posicionaram contra a ideia de que mais Ciência e Tecnologia gera automaticamente mais progresso social e econômico, em linha com Rosa (2014) que faz críticas ao posicionamento da sociedade que diviniza a Ciência e a Tecnologia como alicerces para o progresso, quando, na verdade essas atividades não são capazes de gerar bem-estar social e econômico para grandes segmentos da população, muitas das vezes permanecendo às margens do desenvolvimento científico e tecnológico e com imensas carências sociais e econômicas.

Deste modo, de acordo com os apontamos feitos pelos discentes durante a apresentação da temática e nas entrevistas, identificamos a importância das ideias defendidas por Auler (2002) quando sinaliza que nem sempre mais Ciência e Tecnologia são capazes de gerar maior desenvolvimento social.

Conclusões

O foco deste trabalho foi oportunizar aos discentes da escola participante uma proposta educacional que permitisse complementar a abordagem dos conteúdos típicos de Física ofertados ao 1º ano do Ensino Médio tendo por base os preceitos da Educação CTS, que visa entre outros aspectos promover uma maior integração dos conteúdos de modo a permitir que os estudantes atribuam significados reais aos mesmos, superando algumas deficiências verificadas na Educação Básica. Assim, esta proposta se alinha à ideia de que estamos em uma sociedade em constante transformação, nos alertando acerca da necessidade de repensarmos os objetivos formativos que devem ser buscados junto aos educandos, pois como salienta Sasseron (2011) a escola ainda se encontra presa a um ensino de Física semelhante ao que era realizado em séculos passados. Diante deste contexto educacional buscamos favorecer a constituição de um educando apto a expor seu ponto de vista e exercer sua criticidade de forma a atuar como protagonista na construção de novos conhecimentos.

Entendendo que a escola precisa deixar de explorar apenas conteúdos teóricos e contribuir para a formação de alunos críticos na sociedade a qual fazem parte, buscamos apoiar atividades investigativas que também são enfatizadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), documento que assevera que a educação deve consolidar valores e atitudes que colaborem com a construção de indivíduos mais conscientes, éticos e responsáveis. Portanto, buscamos envolver os educandos em atividades didático-pedagógicas que contemplaram questões relevantes capazes de estimular o pensamento crítico, o senso argumentativo e reflexivo dos discentes, elucidando aspectos da Natureza da Ciência e algumas relações da tríade C-T-S, em linha com os objetivos da Educação CTS.



Também promovemos debates acerca de contribuições e impactos da Ciência e Tecnologia sobre a sociedade, com Seminários abordando Impactos positivos e negativos que a Ciência e a Tecnologia ocasionam na sociedade; Aspectos da Natureza da Ciência enfatizando sua construção humana, histórica e a não neutralidade; bem como a Responsabilidade Social e Ambiental do homem perante o planeta Terra e os seres vivos. Por meio de uma entrevista semiestruturada buscamos aprofundar algumas questões relacionadas com a Educação CTS, valorizando os diálogos acerca de aspectos da Natureza da Ciência e o papel da Educação no processo de formação dos indivíduos.

Deste modo, por meio das intervenções retiramos o aluno da sua zona de passividade para torna-lo agente da construção do seu conhecimento, envolvendo-o em práticas de leitura, reflexão e debates sobre relações entre conhecimento científico, tecnológico e a sociedade, favorecendo o desenvolvimento de algumas competências gerais estabelecidas na BNCC (BRASIL, 2018), como a aprendizagem de conhecimentos historicamente construídos, a valorização de saberes e a capacidade de argumentação.

Proporcionamos aos educandos envolvidos a oportunidade de refletir, expor suas ideias e argumentar sobre os aspectos contextuais da Ciência, assunto este que pertence à ementa do componente curricular Física, abrindo espaço para a discussão do caráter salvacionista e da neutralidade associados equivocadamente à Ciência e à Tecnologia, aspectos estes combatidos durante as intervenções realizadas, conforme assevera a Educação CTS.

O exercício do pensamento científico, crítico e reflexivo do educando foi estimulado por meio do desenvolvimento da autonomia intelectual, do protagonismo juvenil e da análise de questões que envolvem a ética, valores e atitudes, em linha com o PPP (2019) da escola participante da pesquisa que aponta esses elementos como objetivos relevantes a serem contemplados no Ensino Médio. A autonomia dos estudantes é um aspecto também enfatizado por Formenton e Araújo (2015, p. 40) ao afirmarem em sua pesquisa com estudantes do Ensino Médio Técnico que “Concedemos significativa autonomia aos estudantes durante o processo de aprendizagem, consolidando uma noção, ainda que parcial, da complexidade das questões abordadas”. A complexidade mencionada pelos autores envolveu uma “abordagem temática, amparada no uso do pluralismo de ações pedagógicas que visaram enfatizar importantes relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade”, relações estas que foram objetivo desta pesquisa e que constituem importante objetivo da Educação CTS, uma vez que favorecem a formação cidadã dos estudantes e ampliam seu “nível de consciência e posicionamento crítico frente a conhecimentos técnicos e científicos” (Formenton & Araújo, 2015, p. 40).

Portanto, com base no contexto educacional vivenciado encontramos elementos para responder de maneira satisfatória a questão de pesquisa, pois identificamos alguns elementos que apontam para importantes contribuições que a Educação CTS pode oferecer para que alunos do Ensino Médio compreendessem melhor alguns aspectos da Natureza da Ciência por meio das atividades realizadas no componente curricular Física, ampliando o alcance formativo oferecido pela escola aos estudantes participantes.

Algumas fragilidades observadas foram associadas ao fato de que as atividades de intervenção didático-pedagógicas aconteceram paralelamente ao desenvolvimento de aspectos conceituais e formais do componente curricular, cujo objetivo era o rendimento nas avaliações realizadas pelos



discentes, uma exigência dos responsáveis pela escola onde a investigação foi realizada. De qualquer modo, conseguimos estimular o pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, ampliar sua capacidade de argumentação e fortalecer um posicionamento mais participativo durante o processo educacional, elementos que normalmente não são contemplados no ensino meramente tradicional.

Dessa forma, ressaltamos a importância deste trabalho tanto para os alunos como para o professor, pois buscamos superar a visão tradicional de ensino no âmbito do componente curricular Física, mesmo com algumas adversidades e desafios observados ao longo do caminho. As atividades planejadas proporcionaram aos discentes momentos de reflexão que ampliaram sua capacidade de pensar criticamente e de argumentar. Através deste trabalho foi possível ao pesquisador modificar seu olhar sobre a sala de aula e perceber a importância de romper com algumas amarras do ensino tradicional, promovendo atividades que tornaram o discente protagonista de sua aprendizagem (BRASIL, 2018).

Cabe ressaltar ainda a importância de um ensino vinculado com as propostas da Educação CTS, pois mesmo que o docente não consiga se afastar plenamente das metodologias tradicionais de ensino, ele pode gerar vivências aos discentes que irão favorecer o alcance de importantes objetivos formativos, como o entendimento de algumas relações entre C-T-S, sua capacidade de argumentação e o protagonismo juvenil que se espera na educação contemporânea.

Como exemplo podemos salientar a entrevista semiestruturada que gerou nos discentes momentos de reflexão e argumentação, além dos seminários e debates propostos que demandaram capacidade de argumentação e exposição de pontos de vista com base em pesquisas prévias que reforçaram a autonomia dos estudantes. Portanto, podemos destacar a importância deste trabalho para sinalizar novos caminhos que permitam no futuro aprofundar melhor as temáticas contempladas, enfatizando o protagonismo juvenil defendido nas propostas educacionais atuais (BRASIL, 2018).

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 Jorge Felipe Fires de Brito; Escrita - Esboço original elaborado por Jorge Felipe Fires de Brito; Escrita - Revisão final do texto realizada por Mauro S. T. Araújo; Visualização e apresentação do trabalho feita por Jorge Felipe Fires de Brito; Supervisão e gerenciamento da pesquisa esteve a cargo de Mauro S. T. Araújo.

Referências

- Anjos, M. S.; Carbo, L. (2019). Enforque CTS e a Atuação de Professores de Ciências. *Actio*, 4(3), 35-57.
- Auler, D. (2002). Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciência. Florianópolis: CED/UFSC. Tese de Doutorado.
- Auler, D.; Delizoicov, D. (2006). Educação CTS: Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e Referenciais Ligados ao Movimento CTS. *Las Relaciones CTS en la Educación Científica*, 1-7.



- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o Contexto Brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1(número especial), 1-20.
- Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Borges, R. M. R.; Lima, V. M. do R. (2007). Tendências Contemporâneas do Ensino de Biologia no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 165-175.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação e Cultura. Parecer CNE/CP 15 de 15 de dezembro de 2017. Institui a Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- Briccia, V. (2013). Sobre a Natureza da Ciência e o Ensino. In: Carvalho, A. M. P. (org.). *Ensino de Ciências por Investigação - Condições para implementação em sala de aula*. Cengage Learning, p.111-128.
- Cabrera, M. & Araújo, M. S. T. (2018). Análise das Políticas Educacionais na Pós-Graduação Stricto-Sensu no Âmbito da Formação Continuada de Professores. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática - REnCiMa*, 9(3), 21-37.
- Castanho, M. E. L. M. (2011). Da discussão e do Debate Nasce a Rebelião. In: VEIGA, I. P. A. (org.). *Técnicas de Ensino: Porque não?* Papyrus, p. 93-106.
- Damiani, M. F. et al. (2013). Discutindo Pesquisas do Tipo Intervenção Pedagógica. *Cadernos de Educação*, 45, 57-67.
- 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, *Revista de Ensino de Ciências e Matemática - REnCiMa*, Edição Especial: IV Encontro de Produção Discente, 6(1), 33-42.
- Gerhardt, T. E.; Silveira, D. T. (2009). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Henrique, A. B.; Andrade, V. F. P.; L'astorina, B. (2010). Discussões sobre a Natureza da Ciência em um Curso sobre a História da Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, 9, 17-31.
- Moraes, J. U. P.; Araújo, M. S. T. (2012). *O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: Caminhos para uma Educação Cidadã*. Editora Livraria da Física, 144 p.
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História de Ciência*, 7(1), 32-46.
- Pimenta Neto, F.; Araújo, M. S. T. (2014). Seminário como Ferramenta para aprendizagem significativa de conceitos de energia utilizando o enfoque CTS e CTSA. *Revista de Produção Discente em Educação Matemática*. 3(2), 33-49.
- Oliveira, F. F. (2006). *O Ensino de Física Moderna com enfoque CTS: Uma proposta metodológica para o Ensino Médio usando o tópico Raios X*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado.
- 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.
- Pinheiro, N. A. M.; Silveira, R. M. C. F.; Bazzo, W. A. (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: A Relevância do Enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*. 13(1), 71-84.
- Ricardo, E. C. (2007). Educação CTSA: Obstáculos e Possibilidades para sua Implementação no Contexto Escolar. *Ciência & Ensino*, v. 1, 1-12.
- Rosa, S. E. (2014). Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas Relacionadas a CTS. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação de Mestrado.



- 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*, 1(1), 109-131.
- Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F. (2009). Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em Aulas de Ciências: Possibilidades e Limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 191-218.
- Sasseron, L. H. (2011). Alfabetização Científica e Documentos Oficiais Brasileiros: Um Diálogo na Estruturação do Ensino de Física. In: Carvalho, A. M. P. (org.). *Ensino de Física*. Cengage Learning, p. 1-28.
- Teixeira, P. M. M. (2011). Educação Científica e Movimento C.T.S. no Quadro das Tendências Pedagógicas no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 88-102.
- Veiga, I. P. A. (2011). O seminário como técnica de ensino socializado. In: Veiga, I. P. A. (org.). *Técnicas de Ensino: Porque não?* Papirus, p. 107-119
- Zanetic, J. (2005). Física e Cultura. *Ciência e Cultura*, 57(3), 21-24.