

Argumentação e abordagem CTS: um olhar para a formação inicial de professores de Física

Idmaura Calderaro Martins Galvão¹, Alice Assis²

Resumo

Esta pesquisa foi desenvolvida com alunos do curso de licenciatura em Física, em que se investigou como eles elaboram sequências de atividades embasadas na Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), direcionadas a contribuir para que os estudantes da Educação Básica possam desenvolver argumentos em aulas de Física. Além disso, foram analisados os argumentos dos licenciandos sobre CTS no ensino de física. A pesquisa é de cunho qualitativo, cujos dados foram constituídos por um questionário aberto e pelas sequências de atividades por eles apresentadas. Para a análise dos dados, foram utilizados uma matriz de educação CTS e um modelo de Linhas de Raciocínio Argumentativo. Os resultados indicaram que as sequências de atividades por eles produzidas mostraram-se estruturadas nos parâmetros da referida matriz e que houve melhoria na qualidade dos seus níveis de Linhas de Raciocínio Argumentativo, evidenciando que a inserção de temas relacionados à argumentação e à educação CTS pode contribuir para a formação inicial de professores, pois eles elaboraram atividades que podem ser utilizadas em suas futuras práticas em sala de aula.

Palavras-chave: Argumentação; Educação CTS; Ensino de Física.

Recebido em: 03/12/2022; Aceito em: 05/10/2023

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v6i2.14167>

ISSN: 2595-7376

¹Possui graduação em Licenciatura em Física pela UNESP-Campus de Guaratinguetá (2005); Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências pela EEL-USP (2015); Doutorado em Educação para a Ciência pela UNESP - Campus de Bauru (2020). É professora de Educação Básica II da Escola Estadual do Programa de Ensino Integral. Tem experiência na área de Ensino de Ciências, com ênfase em Ensino de Física, atuando principalmente em pesquisas com os temas: Pluralismo Metodológico, Argumentação, Interação Discursiva e Educação CTS. Possui pós-doutorado na Unesp- Campus de Guaratinguetá, com o foco na pesquisa acerca da temática "Educação CTS e argumentação na formação inicial dos professores de Física". E-mail: idmaura@gmail.com

²Possui graduação em Licenciatura em Física; Mestrado e Doutorado em Educação Para a Ciência, pela UNESP - Faculdade de Ciências - Câmpus de Bauru. Atualmente é professor assistente doutor da UNESP - Câmpus de Guaratinguetá e docente do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência - UNESP - Bauru. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação em Ciências e Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Enfoque CTS, formação inicial e continuada de professores, ensino e aprendizagem de ciências, uso de atividades experimentais e de leitura de textos em sala de aula. Líder do grupo de pesquisa Ensino e Aprendizagem, com enfoque na linha de pesquisa Ciência, Tecnologia, Ambiente e Desenvolvimento Humano. E-mail: alice.assis@unesp.br

Introdução

Partindo da premissa de que é necessário oportunizar aos estudantes um ensino de física voltado para a formação de pessoas críticas e reflexivas acerca de questões relacionadas ao seu entorno social, defendemos o uso de atividades que tenham por objetivo desencadear a construção de um processo argumentativo pelos alunos.

Perazini e Maciel (2018) destacam a relevância do uso da argumentação no Ensino de Ciências e apontam autores como Jiménez-Aleixandre e Agraso (2006) que discutem a construção de argumentos como uma prática epistêmica da Ciência, mostrando a importância da utilização de atividades que propiciem o seu desenvolvimento em aulas de Ciências.

O desenvolvimento de questões que abordam as relações Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), no sentido de preparar o estudante para a tomada de decisões importantes que envolvam a Ciência articulada aos aspectos da tecnologia e da sociedade, exige o aprimoramento do processo de argumentação, uma vez que a abordagem de temas relevantes do mundo contemporâneo pode favorecer ao discente o envolvimento em discussões que contemplem levantamento de dados, formação de conclusões com justificativas consistentes e embasadas em conceitos científicos.

No entanto, estabelecer essas relações é papel do professor. No que concerne a esse fato, Bianchini (2017) discorre acerca da relevância de práticas argumentativas na formação de professores e indica alguns fatores que podem explicar o porquê de os docentes não utilizarem situações que envolvem práticas argumentativas em sala de aula, dentre eles, a falta de segurança do professor em planejar e executar uma atividade argumentativa. Isso evidencia a importância de se oferecer

oportunidades aos futuros professores para refletirem sobre a construção da argumentação e desenvolver em atividades direcionadas à elaboração de argumentos por estudantes do Ensino Básico.

Consideramos que a abordagem da educação CTS nos cursos de formação inicial de professores pode viabilizar aos futuros professores a percepção da importância de buscar desenvolver em seus alunos uma educação científica e tecnológica essencial para a construção de “conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS, 2008, p. 112). Nesse sentido, recorreremos à utilização da educação CTS como um meio para oportunizar aos licenciandos essa formação, com o objetivo de levá-los a “uma atitude criativa e crítica, ao invés de conceber o ensino como um processo de transmissão de informações por meio de “macetes” e de memorização” (PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 81). Perazini e Maciel (2018), ao fazerem um estudo sobre o Ensino de Ciências pautado na educação CTS e nas questões sociocientíficas visando a construção de argumentos pelos alunos, expressam a preocupação de que “há pouca produção acadêmica para a construção da argumentação pelas questões CTS e Sociocientífica” (PERAZINI; MACIEL 2018, p. 169).

Oportunizar que os futuros professores desenvolvam sequências de atividades que visem a elaboração de argumentação, por meio de questões associadas ao enfoque CTS, pode contribuir para a construção de um processo de Ensino de Física mais interligado com o desenvolvimento de competências essenciais para a formação dos estudantes na Educação Básica, no sentido de levá-los a “argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias [...]” (BRASIL, 2018, p. 9).

Nesse contexto, consideramos que a educação CTS tem o potencial de contribuir para que os alunos construam argumentos científicos articulados às questões tecnológicas, sociais e ambientais. Em Galvão (2020), investigamos o processo de interação discursiva, de acordo Mortimer e Scott (2002), e a construção de argumentos por parte dos alunos da segunda série do Ensino Médio, usando as Linhas de Raciocínio Argumentativo (LRA) que elaboramos a partir do padrão de argumento de Toulmin (2006) e das linhas de raciocínio de Martins e Justi (2017). Os resultados dessa pesquisa evidenciaram que o modelo de LRA contribui para a análise do processo de construção de argumentos de uma forma mais completa, comparada ao padrão de Toulmin (2006), pois permite inferir elementos relacionados aos conceitos de Física nos argumentos dos alunos.

No entanto, consideramos necessário investigar a possibilidade de propiciar aos alunos uma formação que os leve a construir LRA contextualizadas. Nessa perspectiva, a abordagem CTS é um campo de pesquisa promissor, na medida em que pode propiciar a emergência de LRA que articulam os conhecimentos científicos aos aspectos sociais, tecnológicos e ambientais, tanto pelos estudantes do Ensino Básico quanto do Ensino Superior. Com o foco na formação inicial de professores de Física, defendemos que é relevante oportunizar espaços em disciplinas que favoreçam a formação dos licenciandos acerca de tópicos relacionados ao enfoque CTS e à argumentação. Este artigo é fruto da pesquisa de pós-doutorado da primeira autora, cujo objetivo foi oferecer essa formação em uma disciplina pedagógica, ministrada no último ano do curso de graduação em Licenciatura em Física, em um campus de uma universidade do Estado de São Paulo.

Os objetivos dessa pesquisa são: investigar como os parâmetros e propósitos da educação CTS estabelecidos por Strieder e Kawamura (2017)

permeiam as sequências de atividades elaboradas pelos licenciandos; analisar a construção de Linhas de Raciocínio Argumentativo dos licenciandos acerca da Educação CTS no Ensino de Física.

A seguir, fazemos uma breve explanação acerca dos referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa.

Abordagem CTS no Ensino de Ciências

A abordagem de temas científicos na perspectiva do enfoque CTS visa “formar cidadãos melhor informados ou alfabetizados em ciência e tecnologia, críticos em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico, capazes de tomar decisões e lidar com as implicações sociais desse.” (STRIEDER, 2008, p. 40). Strieder (2008) discorre que desenvolver a abordagem CTS contribui para que o estudante adquira uma compreensão acerca do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, bem como da influência da sociedade no âmbito do desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A autora discute também a importância de que se propicie aos alunos a tomada de posição crítica e de decisões sobre questões que tangem a ciência e a tecnologia.

Nesse contexto, a educação para a cidadania é a questão central de práticas que envolvam a tríade CTS (STRIEDER, 2008), devendo o ensino pautado na referida abordagem, entre outros fatores, “proporcionar aos alunos meios para emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade” (STRIDER, 2008, p. 26), corroborando com a ideia de Auler (2007) ao destacar que o enfoque tem a finalidade de “formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual (AULER, 2007, p. 1).

Dessa forma, os conhecimentos científicos e tecnológicos são empregados como elementos essenciais para a formação e atuação de

pessoas capazes de tomar decisões em situações da vida cotidiana. Sobre o uso da abordagem CTS no contexto educacional, Strieder (2008) apresenta reflexões acerca da maneira como as sequências de atividades podem ser planejadas, apontando a importância do uso de diversas estratégias de ensino, dentre elas a resolução de problemas, o uso de textos e de vídeos em discussões em grupo, em uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada. Diante disso, para formar estudantes participativos e reflexivos, torna-se imprescindível a emergência de atividades que tenham como base a Educação CTS. Nesse sentido, Strieder e Kawamura (2017) desenvolveram uma matriz, com propósitos e parâmetros essenciais, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1- Matriz de Educação CTS de Strieder e Kawamura (2017).

PROPÓSITOS EDUCACIONAIS	PARÂMETROS CTS		
Desenvolvimento de Percepções	Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
	(1R) Presença na Sociedade	(1D) Questões Técnicas	(1P) Informações
Desenvolvimento de Questionamentos	(2R) Benefícios e Malefícios	(2D) Organização e relações	(2P) Decisões Individuais
	(3R) Condução das Investigações	(3D) Especificidades e Transformações	(3P) Decisões Coletivas
	(4R) Investigações e seus Produtos	(4D) Propósitos e Produções	(4P) Mecanismos de Pressão
Desenvolvimentos de Compromissos Sociais	(5R) Insuficiências	(5D) Adequações Sociais	(5P) Esferas Políticas

Fonte: Strieder e Kawamura (2017, p. 49)

Nessa matriz, há três propósitos educacionais (desenvolvimento de percepções, desenvolvimento de questionamentos e desenvolvimentos de compromissos sociais) que estão articulados a três parâmetros CTS: Racionalidade Científica: presença na sociedade, benefícios e malefícios, condução de investigações, investigações e seus produtos, insuficiências; Desenvolvimento Tecnológico: Questões Técnicas, organização e relações, especificações e transformações, propósitos das produções e adequações sociais; Participação Social: informações, decisões individuais, decisões coletivas, mecanismos de pressão e esferas políticas. No campo da racionalidade científica, é possível desenvolver sequências de atividades que contemplem discussões acerca da importância do conhecimento científico na sociedade (1R); que promovam reflexões sobre os benefícios e malefícios dos produtos da Ciência na sociedade (2R); que abordem todos os aspectos que conduzem as investigações científicas, buscando-se entender a ciência como construção humana (3R); que critiquem os rumos da pesquisa, a partir de questões relativas ao fato de que a racionalidade científica atende às demandas de determinados grupos sociais (4R); e que abordem as insuficiências do conhecimento científico para a compreensão e a solução de problemas associados à realidade (5R) (STRIEDER; KAWAMURA, 2017). No viés do desenvolvimento tecnológico, há a possibilidade de se desenvolver em atividades que trabalhem questões técnicas de determinados aparatos, com compreensões sobre o seu processo de funcionamento (1D); que promovam discussões sobre os produtos tecnológicos e suas relações com o meio social, dentro de um contexto, buscando-se analisar organizações e relações entre aparato e sociedade (2D); que abordem as especificidades do desenvolvimento tecnológico, com a preocupação de se discutir que a tecnologia é diferente de técnica e que sofre influência da sociedade, não sendo um produto imediato da ciência (3D); que levantem discussões mais críticas sobre o

processo de desenvolvimento de determinado aparato tecnológico e suas relações no meio em que está inserido, explorando-se temas que evidenciemos propósitos que guiam o desenvolvimento das novas tecnologias (4D); e que promovam o debate sobre a importância de que a tecnologia seja “pensada em contexto, pois não é qualquer tecnologia/ inovação que irá resultar em desenvolvimento e bem-estar social” (5D) (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 39). No campo da participação social, a aquisição de informações e reconhecimento do tema e suas relações com a ciência e a tecnologia é uma forma de envolver a sociedade na compreensão de temas que estão relacionados à ciência e à tecnologia (1P), avaliando-se os pontos positivos e negativos de determinado tema que envolve algum produto científico-tecnológico, o que pode resultar em alguma mudança de caráter individual (2P) ou, de forma mais aprofundada, pode-se trabalhar com temas que propiciem discussões sobre as transformações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, considerando o contexto histórico e as decisões coletivas envolvidas, possibilitando uma discussão dos impactos pós-produção (3P). Focando-se em ações de intervenção no processo de produção de algum produto científico-tecnológico, pode-se promover a percepção de questões políticas envolvidas nesse processo, por meio da “identificação de contradições e estabelecimento de mecanismos de pressão” (4P) e/ou “compreensão das políticas públicas e participação no âmbito das esferas políticas” (5P) (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 42).

Nesse cenário, emergem quinze categorias de situações que podem estar associadas ao planejamento e à execução de atividades em sala de aula, conforme destacado no Quadro 1. Nesta pesquisa, consideramos que a utilização de sequências de atividades que abordem situações articuladas a essas categorias da matriz de Strieder e Kawamura (2017), pelos licenciandos, pode favorecer o desenvolvimento de argumentos por

parte dos alunos da Educação Básica.

No próximo tópico, tecemos algumas considerações sobre o processo de argumentação no Ensino de Ciências.

Argumentação no Ensino de Ciências

Costa (2008) destaca que desenvolver argumentos nos alunos deve ser uma prática constante em sala de aulas de Ciências, uma vez que a linguagem da Ciência é argumentativa. Isso propicia que o aluno seja inserido em práticas da cultura científica (DRIVER, NEWTON e OSBORNE, 2000; SASSERON e SOUZA, 2019). Em Galvão (2020), investigamos a construção de argumentos por estudantes, a partir do processo de interação discursiva, embasados nas teorias de Toulmin (2006) e de Mortimer e Scott (2002).

Toulmin (2006) discute a estrutura de um argumento, em que há três elementos principais, Dado (D), Garantia (W) e Conclusão (C), que podem estar acompanhados por outros elementos que agregam valor ao argumento, Conhecimento Base (B), Refutação (R) e Qualificador Modal (Q). Assim, a estruturação básica que dá validade a um argumento é estabelecida pela relação “D, já que W, então C”. ou seja, a partir de um dado, uma alegação será formada, sendo justificada pelo elemento de garantia. Além disso, a garantia pode estar associada a uma situação categórica que lhe oferece validação, isto é, o conhecimento base. E a passagem do dado à conclusão pode ser fortalecida pelo elemento qualificador, bem como estar articulada a uma condição de refutação. Defendemos que o uso de argumentações no Ensino de Física faz emergir a importância de articular os argumentos com os conhecimentos científicos. Para investigar essa situação, elaboramos (GALVÃO, 2020) uma estrutura para a análise de argumentos, considerando a inserção de conceitos de Física nas colocações dos estudantes. Tal estrutura é

embasada no modelo de argumento de Toulmin (2006) e na ideia de Linha de Raciocínio proposta por de Martins e Justi (2017).

Em Galvão (2020), fizemos uma articulação entre os elementos do padrão de Toulmin (2006) e a ideia de Linha de Raciocínio de Martins e Justi (2017), denominada Linha de Raciocínio Argumentativo (LRA), elaborando uma estrutura que possibilita classificar as LRA em onze níveis e três graus (forte, médio e fraco), em que há 11 possibilidades de LRA, divididas em graus forte, médio e fraco. As de grau forte indica que o argumento está estruturado em algum conceito de Física e ao mesmo tempo possui os elementos essenciais do argumento, isto é, pelo menos a estruturação “Dado-Garantia-Conclusão”. No grau médio, há a presença dos elementos do argumento, no entanto, não há explicitamente algum conceito de Física envolvido. Por fim, o grau fraco indica que não há nem mesmo a presença dos elementos básicos de um argumento.

Consideramos a necessidade de investigar como o trabalho com os temas de Física numa perspectiva contextualizada, por meio do enfoque CTS, pode contribuir para que os estudantes construam LRA, articulando os conhecimentos científicos à tecnologia, à sociedade e ao ambiente, na perspectiva adotada por Galvão (2020). Consonante a isso, consideramos que desenvolver tópicos da abordagem CTS para a construção de habilidades argumentativas é um campo de estudo que deve estar presente no processo de formação inicial de professores de Física, em disciplinas que permitam tal abordagem. A disciplina “Metodologia e Prática de Ensino de Física”, ministrada aos alunos do último ano do curso de Graduação em Licenciatura em Física, de um campus de uma universidade do Estado de São Paulo, viabiliza essa oportunidade.

Metodologia

Esta pesquisa é de cunho qualitativo e envolve a participação do

pesquisador no ambiente natural onde foi desenvolvida (BOGDAN; BIKLEN, 1982). Os sujeitos foram os cinco alunos do quarto ano do curso de Licenciatura em Física que cursavam a referida disciplina, no ano de 2021. Ela é anual, mas as aulas em que aplicamos a presente pesquisa ocorreram no segundo semestre desse ano e foram online em virtude da pandemia. As pesquisadoras deste trabalho foram as professoras que ministraram essas aulas, de forma a atuar no ambiente natural em que os dados foram constituídos. No decorrer dessas aulas, foram usados diferentes recursos, como como leitura e discussão de artigos científicos, vídeos, uso de jogos, entre outros, com o viés interativo e dialógico, de modo que os licenciandos puderam participar ativamente das discussões e interagir, na maioria das vezes, de forma a colocar seus diferentes pontos de vista acerca dos temas discutidos (MORTIMER; SCOTT, 2002). As atividades desenvolvidas abordaram as seguintes temáticas: a) Características da Educação CTS, utilizando reflexões acerca de alguns estudos que enfatizam a sua aplicação na área de Ensino de Ciências, especialmente no que tange às discussões trazidas por autores como Strieder (2008), Auler (2007) e Strieder e Kawamura (2017). Nessa etapa, foram abordados os pressupostos da educação CTS e os fatores que possibilitam classificar uma atividade de acordo com propósitos educacionais e parâmetros da Educação CTS, conforme a matriz de Strieder e Kawamura (2017); b) A importância da argumentação no Ensino de Ciências e no Ensino de Física, por meio da discussão de tópicos relacionados ao Ensino de Ciências pautados no desenvolvimento de argumentos por alunos do Ensino Básico, especialmente em relação aos argumentos associados ao padrão de Toulmin (2006) e no modelo de Linha de Raciocínio Argumentativo desenvolvido por Galvão (2020).

Nessa etapa, os futuros professores realizaram um estudo sobre os elementos constituintes do argumento, como Dado, Garantia,

Conhecimento Base Conclusão, Qualificador Modal e Refutação, e, ao mesmo tempo, estudaram possibilidades de formação de Linhas de Raciocínio Argumentativo, no contexto da aprendizagem de conceitos de Física.

Após o estudo desses temas, solicitamos que os licenciandos escolhessem um conteúdo de física e elaborassem uma sequência de atividades, com a liberdade para decidirem qual(is) metodologia(s) e recurso(s) seriam utilizadas no desenvolvimento da sequência de atividades, cujo embasamento foi pautado na educação CTS, com vistas à formação de argumentos por estudantes do Ensino Médio. A seguir, cada licenciando apresentou a sua sequência de atividades em datas determinadas.

A Constituição dos dados e análise de dados

A partir dessas atividades, constituímos os seguintes dados de análise: sequência de atividades produzidas pelos licenciandos e respostas deles a um questionário aplicado no início a ao final das atividades, via *google forms*, acerca das concepções deles sobre a educação CTS e a construção de argumentos em sala de aula no Ensino de Física. Esse questionário contém quatro questões e foi aplicado no primeiro encontro com o propósito de analisarmos os argumentos dos licenciandos de acordo com o padrão de Toulmin e as LRA sobre as relações CTS e a argumentação. No último encontro, utilizamos o mesmo questionário, a fim de verificarmos se eles construíram argumentos mais elaborados em relação as suas respostas iniciais. Devido à limitação de espaço, neste trabalho, analisamos apenas as respostas a uma questão.

Na análise das sequências de atividades elaboradas pelos licenciandos, verificamos, utilizando a matriz de Srieder e Kawamura (2017), os propósitos educacionais e os parâmetros CTS nelas presentes. Com o propósito de tecer relações com o processo de argumentação,

analisamos se essas sequências de atividades possuem aspectos que têm a potencialidade de desencadear a construção de argumentos pelos alunos da Educação Básica. Assim, buscamos investigar de que forma eles usaram tais parâmetros e propósitos educacionais associadas à educação CTS para viabilizar a construção de argumentos por parte dos alunos da Educação Básica. Na segunda etapa de análise, buscamos investigar, nas respostas dos alunos aos questionários inicial e final, evidências de Linhas de Raciocínio Argumentativo acerca dos temas “argumentação” e “educação CTS”, por meio da estrutura de LRA elaborada pelo Galvão (2020), com algumas modificações para atender aos objetivos desta pesquisa, uma vez que, o nosso foco não foi analisar a formação de LRA com base em conceitos de Física, mas sim, com relação à educação CTS, realizamos algumas adequações no modelo de LRA (GALVÃO, 2020), considerando que a LRA apresenta o grau forte, apenas se estiver articulada com algum parâmetros da matriz CTS, conforme o Quadro 2.

Quadro 2- LRA de Galvão (2020), com adaptações

Grau da LRA	Nível	Elementos do padrão de Toulmin
Forte, se o argumento contemplar algum aspecto dos parâmetros da Matriz CTS e apresentar, pelo menos, a estrutura básica de argumento (D-W-C)	11	D, W, C, B, Q e R
	10	D, W, C, B, Q ou D, W, C, B, R
	9	D, W, C, B
	8	D, W, C, Q ou D, W, C e R
	7	D, W, C
Médio, se não contemplar algum aspecto dos parâmetros da matriz CTS e apresentar, pelo menos, a	6	D, W, C, B, Q e R

estrutura básica de argumento (D-W-C)	5	D, W, C, B, Q ou D, W, C, B, R
	4	D, W, C, B
	3	D, W, C, Q ou D, W, C e R
	2	D, W, C
Fraco, se não apresentar, pelo menos, a estrutura básica de argumento (D-W-C).	1	D, C
	0	D

Fonte: Adaptado de Galvão (2020)

Para considerar que a LRA possui o grau forte, além de contemplar os elementos do padrão de Toulmin indicados na, é necessário que o argumento possua alguma relação com os parâmetros da matriz CTS de Strieder e Kawamura (2017), que estão explicitados no Quadro 1, no viés da racionalidade científica, do desenvolvimento tecnológico e/ou da participação social. Cabe ressaltar que, para esta pesquisa, senão houver a formação de um argumento válido, com a estrutura “D-W-C”, o grau da LRA é fraco, pois consideramos que, na defesa de uma ideia, é relevante que a LRA tenha a validade de um argumento.

Para facilitar a identificação dessas possíveis relações “argumento e Matriz CTS”, buscamos alguns pontos principais: 1) argumento que evidencie a importância do conhecimento de Física para interpretar a realidade e/ou evidencie discussões acerca dos produtos da Ciência e das investigações científicas (racionalidade científica); 2) argumento que defenda o uso do conhecimento de Física atrelado às questões do desenvolvimento tecnológico e suas interfaces (desenvolvimento tecnológico); 3) argumento que propõe o uso dos conhecimentos de Física

e tecnológicos em uma perspectiva de relações sociais mais amplas, considerando decisões individuais e coletivas e o cenário político envolvido (participação social).

Resultados, análises e discussões

A seguir, classificamos cada uma das sequências de atividades elaboradas pelos licenciandos, tendo como pano de fundo os referidos propósitos educacionais e parâmetros CTS, bem como analisamos o potencial de tais sequências para levar os alunos da Educação Básica a construírem argumentos. No Quadro 3, encontra-se a descrição da sequência de atividades do licenciando 1.

Quadro 3 - Descrição das sequências de atividades do licenciando 1, com a classificação da matriz CTS:
Desenvolvimento de Questionamentos e Compromissos sociais. Tema: Clima

Descrição da atividade: Com o foco de estudar fenômenos e situações relacionados ao clima, a proposta do licenciando é iniciar as discussões com os estudantes por meio do questionamento entre a diferença entre calor e temperatura, com o uso de uma interação dialógica em que os estudantes serão desafiados a colocarem seus diferentes pontos de vista, sendo utilizadas imagens relacionadas ao cotidiano para contextualizar as ideias, como a representação de um sorvete derretendo, o uso de um termômetro de infravermelho, entre outras. Serão apresentadas aos alunos as definições dos conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico, buscando interagir com os estudantes por meio de perguntas e dando oportunidade para eles colocarem suas percepções e dúvidas. Ao longo das discussões também serão introduzidos conceitos relacionados à calorimetria, como os processos de propagação de calor e, novamente com o uso de imagens, os estudantes serão indagados sobre os processos de propagação de calor associados a alguns fenômenos do dia a dia, como o uso de panelas, brisas, estufa, geladeira, ar-condicionado, entre outras situações. A seguir, o licenciando propõe o início das discussões sobre efeito estufa, por meio de um experimento sobre a função de uma estufa, destacando seus benefícios. A seguir, a proposta é refletir sobre a intensificação do efeito estufa, considerando os malefícios que podem ocasionar, como a questão de aquecimento global. Para isso, serão utilizados como recursos: vídeos, gráficos sobre emissões de gás carbônico e simulação que mostra o aumento da temperatura do planeta Terra ao longo dos anos. Assim, a ideia é iniciar o debate com os alunos sobre a intensificação do efeito estufa e suas relações com o aquecimento global e às mudanças ambientais globais, trazendo também uma reflexão sobre a importância das árvores para a absorção de gás carbônico. Em continuidade, será proposto aos estudantes a realização de uma pesquisa, a fim de catalogar as árvores próximas à escola e realizar a identificação de trechos da cidade que correm o risco de terem árvores cortadas, permitindo uma análise crítica da situação e associando a aos temas estudados. Por fim, a ideia é propor um desafio aos discentes por meio da elaboração de um debate, com a divisão de três grupos de alunos, sendo que um grupo será responsável por defender a ideia de que o aquecimento global é consequência das ações humanas; o segundo grupo deverá defender que o aquecimento global não apresenta consequências significativas e não está relacionados às ações humanas; e o terceiro grupo de alunos será responsável por avaliar as proposições dos dois grupos e fazer as mediações necessárias para que o debate aconteça, ao mesmo tempo que identificar benefícios e malefícios dos dois pontos de vista.

Fonte: Autoria própria

Classificamos a proposta de sequência de atividade do licenciando 1 na perspectiva 1R (explicar a presença da ciência no mundo), há indícios de que o licenciando teve a intenção de enfatizar a importância do conhecimento científico para a compreensão dos fenômenos climáticos relacionados ao efeito estufa e ao aquecimento global.

Também podemos considerar que essa sequência de atividades tem a potencialidade de discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência (2R), pois a proposta coloca a realização de debates que podem viabilizar a reflexão dos alunos acerca de como os “resultados da ciência são colocados a serviço da sociedade, e esta deve decidir sobre seu uso (para o bem ou para o mal)” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 34). Com relação à argumentação, consideramos que o debate que é colocado na proposta tem a potencialidade de levar os estudantes a construírem argumentos válidos a favor e contrários à questão do aquecimento global.

A seguir, no Quadro 4, apresentamos a descrição da sequência de atividades apresentada pelo licenciando 2 em relação aos aspectos presentes na matriz elaborada por Strieder e Kawamura (2017).

Quadro 4- Descrição das sequências de atividades do licenciando 2, com a classificação da matriz CTS:
Desenvolvimento de Questionamentos e Compromissos sociais. Tema: Meios de transporte

Descrição da atividade: A sequência de atividades tem a finalidade de estudar os conceitos de referencial, unidades do Sistema Internacional, trajetória, espaço percorrido e deslocamento, distância e velocidade, por meio de atividades com momentos de questionamentos aos estudantes, uso de imagens e de vídeos, leitura e análise de gráficos e texto de reportagens sobre o trânsito da cidade de São Paulo. Foi proposto o estudo com os estudantes de quatro artigos sobre o transporte nas cidades, com o foco em transporte público, uso excessivo de automóveis, abordagem histórica dos meios de transporte e o uso de transporte sustentável. Outra etapa de atividade será a pesquisa pelos estudantes de dois meios de transporte, sendo um antigo e outro da atualidade, buscando informações como o combustível utilizado e a maneira de interação com o meio ambiente. Na terceira fase, será proposto aos estudantes a realização do cálculo da velocidade média dos veículos que circulam por alguma rua. Em uma última etapa de atividade, será organizada a realização de uma exposição cultural na escola, a fim de debater com a comunidade escolar os temas que foram abordados no decorrer das aulas, buscando debater ideias e promover argumentos que explorem as questões sociais e ambientais e conceituais relacionado ao trânsito.

Fonte: Autoria própria

A sequência de atividades apresentada pelo licenciando 2 pode ser classificada principalmente no aspecto 2D que considera “discutir as relações sociais tomando por base o produto final, ou seja, o aparato em funcionamento” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 38). Nesse caso, as atividades possuem o potencial de debater os diferentes meios de transporte pela sociedade e identificar fatores positivos com relação ao bem-estar. No que se refere aos fatores negativos, são abordados aqueles relacionados à poluição ambiental gerada pelos meios de transporte e a necessidade do uso de meios mais sustentáveis, ocasionando a necessidade da emergência do pensamento de que é necessário haver adequações sociais. Assim, também classificamos as atividades com o aspecto 5D, em que “a tecnologia deve ser pensada em contexto, pois não é qualquer tecnologia/ inovação que irá resultar em desenvolvimento e bem-estar social” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 39).

Com relação à argumentação, identificamos que os alunos serão convidados a refletir sobre a velocidade dos corpos em rodovias e formar argumentos sobre a questão de mobilidade urbana.

Em continuidade, no Quadro 5, apresentamos a descrição da sequência de atividades apresentada pelo licenciando 3.

Quadro 5- Descrição das sequências de atividades do licenciando 3, com a classificação dos aspectos da matriz CTS: Desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais. Tema: Consumo energético consciente

Descrição da atividade: O licenciando propõe uma sequência de atividades que se inicia com a reflexão sobre a crise hídrica atual e propõe uma discussão com os estudantes, colocando o questionamento sobre o porquê ela ocorre. Faz uso de gráfico de monitor de seca de um site, a fim de promover uma interação com os alunos, buscando formar argumentos sobre a temática, como as consequências da crise hídrica e as possíveis soluções. O futuro professor propõe também a análise de gráficos que trazem informações sobre as fontes de energia elétrica, com o propósito de mostrar que a hídrica ainda é muito utilizada no Brasil, fazendo um momento de discussão sobre maneiras de usar a energia elétrica de maneira racional. Em sequência, o licenciando coloca a proposta de uma atividade com o cálculo do consumo de energia elétrica, momento em que faz a explicação dos conceitos de Física envolvidos, como as especificações dos aparelhos que influenciam no consumo dos equipamentos elétricos e o cálculo do consumo em KWh, corrente elétrica, resistência elétrica, entre outros. Ao fim dessa atividade, propõe-se aos estudantes fazerem reflexões e debaterem sobre maneiras para diminuir o consumo de energia elétrica. Também há a inserção de uma atividade experimental para complementar as discussões, como o efeito de Joule, com pilha e palha de aço. Para

refletir um pouco mais sobre o assunto, o licenciando colocou a ideia de discutir sobre “Universidades Sustentáveis”, “Estações de trem sustentáveis”. Para finalizar, propõe-se um debate para argumentar acerca de estilo de vida, gestão pública de recursos, entendimento de fenômenos do cotidiano relacionados ao tema e a busca de informações sobre ecologia e o consumo energético.

Fonte: Autoria própria

Nessa sequência de atividade, podemos destacar a abordagem (2D), relacionada à análise de organizações e relações entre aparato e sociedade, em que há a potencialidade para o surgimento da discussão acerca das relações sociais que são colocadas com relação ao consumo de energia elétrica pelos aparatos tecnológicos que são utilizados pela sociedade. Como esse fato acarreta consequências positivas e negativas, é relevante considerar a perspectiva (5D), em que ocorre a necessidade de discutir as questões de adequações sociais, em que se possa discutir a ideia de “minimizar os riscos sem abdicar dos benefícios, enfatizando um sistema tecnológico capaz de se adequar a uma sociedade democrática, com características humanas e regionais” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 39).

Os aspectos que identificamos como favoráveis à produção de argumentos pelos estudantes correspondem aos momentos em que eles puderam debater sobre o tema ao longo da aplicação da sequência de atividades, bem como no debate proposto ao final da sequência de atividades. No Quadro 6, estão apresentadas a descrição e a classificação da sequência de atividades apresentada pelo licenciando 4.

Quadro 6- Descrição das sequências de atividades do licenciando 4, com a classificação da matriz CTS:
Desenvolvimento de percepções e de questionamentos. Tema: Evolução Tecnológica

Descrição da atividade: A sequência de atividades inicia-se com a proposta de um momento de levantamento de ideias iniciais dos estudantes acerca do significado do termo tecnologia, dando ênfase para os questionamentos acerca dos aparatos tecnológicos utilizados pelo ser humano desde a era primitiva até a atualidade. A proposta do licenciando também visa questionar os alunos sobre o processo de criação de tecnologia, conduzindo para a discussão sobre o método científico. A discussões conduzidas pelo futuro professor visam propiciar aos estudantes um espaço dialogado em que há reflexões trazendo o processo histórico do desenvolvimento dos dispositivos tecnológicos, como a catapulta, trazendo diversos conceitos de Física, como formas e transformações de energia, realização de trabalho por meio de

uma força, equação de Torricelli, lançamento oblíquo. Ao longo desse processo, a proposta é também promover discussões acerca dos benefícios e malefícios dos diversos aparatos tecnológicos, como aqueles que podem ser utilizados para reciclagem, o fato de repensar, reutilizar, reduzir ou recusar o uso de produtos que gerem resíduos. Há a proposta de pesquisa para que os estudantes investiguem e questionem o que pode ser feito com resíduos gerados em sua casa, além das questões relacionadas às políticas públicas para a gestão dos resíduos sólidos no município, gerando um trabalho que será apresentado para a comunidade escolar, com os resultados do problema e de possíveis soluções.

Fonte: Autoria própria

Nesse caso, consideramos que a perspectiva (1P) é contemplada devido ao tratamento que traz a discussão sobre os aparatos tecnológicos e os aspectos científicos que estão a eles associados, destacando “avanços e problemas mais recentes, ainda que sem avaliar riscos e benefícios ou discutir implicações e transformações sociais”. (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 40). Identificamos que o aspecto (2P) também pode estar presente na sequência de atividade, uma vez que propicia a avaliação de pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas, a participação da sociedade se dá no âmbito da avaliação de pontos positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado/produto da CT, o que pode resultar em uma mudança de atitudes de cunho individual. (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 41). Ao considerar que há a proposta de trabalho com a questão histórica do desenvolvimento dos aparatos tecnológicos, surge a perspectiva (3P) que considera a discussão de problemas, impactos e transformações sociais da ciência e tecnologia, envolvendo decisões coletivas, “a participação perpassa o reconhecimento das transformações sociais causadas pelo desenvolvimento científico-tecnológico, o que deve ocorrer no plano social mais amplo, envolvendo a análise histórica e decisões ou ações coletivas” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 41).

No âmbito da argumentação, a sequência de atividades propõe o desenvolvimento de questões iniciais para levantar as ideias iniciais dos estudantes e espaço para que eles apresentem soluções para problemas

que afetam a sociedade, com o uso de diversos aparatos tecnológicos, levando à construção de argumentos relacionados à tomada de decisões e conscientização acerca de situações que afetam as pessoas em suas vivências cotidianas.

Por fim, no Quadro 7, estão apresentadas a descrição e a classificação da sequência de atividades apresentada pelo licenciando 5.

Quadro 7- Descrição das sequências de atividades do licenciando 5, com a classificação dos aspectos da matriz CTS: Desenvolvimento de percepções e questionamentos e compromissos sociais. Tema: Desmoronamentos e Leis de Newton

Descrição da atividade: Com o objetivo de contextualizar as Leis de Newton com os deslizamentos de terra, o licenciando inicia a sequência de atividades propondo o levantamento de ideias iniciais dos estudantes, por meio do uso de imagens para discutir sobre os diversos tipos de forças, abrindo caminho para discutir a ideia do crescimento urbano desenfreado, seus benefícios e malefícios, principalmente com relação à forma com que as construções são feitas, geralmente de maneiras inadequadas em solo que não as suportam, como em morros e beiras de rios. Há o uso de imagens e vídeos para contextualizar e mostrar a realidade de diversos centros urbanos com mau planejamento, como os desmoronamentos de prédios e pontes, inundações de ruas. Em continuidade, a proposta é apresentar um vídeo trazendo um experimento para simular o desmoronamento de terras em condições de soterramento de casas, dando oportunidade para a discussão acerca dos princípios físicos envolvidos, como a decomposição de forças em um plano inclinado, considerando a força peso, força normal e força de atrito e tecendo relações com as Leis de Newton. A proposta é que os alunos possam fazer uma pesquisa sobre os terrenos que correm riscos em sua cidade e, em seguida, construir duas maquetes, uma com as casas e outra apenas com vegetação e mata nas encostas, a fim de simular uma forte chuva e observar o que ocorre com as duas maquetes. Em seguida, a proposta é que os estudantes apresentem os resultados à comunidade escolar, argumentando sobre os fatos ocorridos nas maquetes, tendo embasamento nos conceitos de Física e visando conscientizar as pessoas sobre a importância de um bom planejamento para as construções urbanas, fato que envolve as adequações sociais e decisões políticas.

Fonte: Autoria própria

Nessa sequência de atividades, é possível identificar a abordagem (2D), uma vez que abre espaço para discussões sobre o desenvolvimento tecnológico que possibilitam o avanço do crescimento urbano. Nesse cenário, há indícios do reconhecimento de que para o funcionamento de determinado aparato “são necessários recursos humanos (técnicos, cientistas, etc.) e materiais; também, que há produção de dejetos e resíduos; enfim, que há relações entre aparato e sociedade, as quais podem

ser positivas ou negativas” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 38). Outro aspecto que é possível observar é a possível discussão de especificidades e transformações acarretadas pelo desenvolvimento tecnológico (3D), em que se pode haver a análise do processo de construção e funcionamento de casas e prédios em determinada região, relacionada com as mudanças acarretadas na região. Por último, também há espaço para a perspectiva (5D), em que se considera discutir a necessidade de adequações sociais, no viés que “a tecnologia deve ser pensada em contexto, pois não é qualquer tecnologia/ inovação que irá resultar em desenvolvimento e bem-estar social” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 39).

No que concerne à argumentação, a sequência de atividades visa propiciar aos estudantes o desenvolvimento de argumentos por meio dos questionamentos que são colocados. Além disso, na proposta de projeto final, o objetivo é que os alunos formem argumentos a partir dos experimentos que evidenciem a importância do planejamento para o crescimento urbano, possibilitando a discussão de questões técnicas e sociais.

Dando continuidade à análise dos dados, apresentamos as respostas iniciais e finais dos licenciandos à seguinte questão do referido questionário: “De que forma você acha que os professores podem articular os objetos de conhecimento de Física com a tecnologia, a sociedade e o ambiente? Exemplifique.” Ao final dessas respostas, inserimos, entre parênteses, o elemento do padrão de Toulmin correspondente, usando as letras D (Dado), W (Garantia), C (Conclusão) ou B (Conhecimento Base). A análise das LRA foi feita por meio do referencial de análise descrito no Quadro 2.

Os licenciandos estão indicados pela letra L, seguida de um número que os representa.

Respostas iniciais dos licenciandos:

L1: “Com atividades experimentais, visitas a centro de ciências e locais de pesquisas (D)”.

Nessa resposta, há uma LRA com dados, sem garantia e conclusão. Assim, a LRA é de grau fraco e nível 0.

L2: “Acredito que, principalmente, através da contextualização (D), pois é importante aproximar o aluno de casos reais, além de auxiliar a mantê-lo interessado (W), sendo assim, possível desenvolver, por exemplo, projetos que envolvam a comunidade em que o aluno e a escola estão inseridos, e até outras realidades as quais o aluno pode não ter tido contato, o que o auxiliaria a um desenvolvimento da sua compreensão do que é o mundo (C), e através da interdisciplinaridade (D), pois acredito que ela possibilita o desenvolvimento do conhecimento como um todo (W), de maneira que, por exemplo, o processo de aprendizagem do aluno poderia ser mais completo se ele entendesse o contexto histórico ao qual se estava inserido determinado desenvolvimento tecnológico ou descoberta científica (C)”.

L2 formou duas LRA com D-W-C, de grau forte e nível 7, pois há evidências de aspectos relacionados à racionalidade científica e ao desenvolvimento tecnológico.

L3: “É possível introduzir alguns conceitos de tecnologia, como programação, através de aulas curtas seguidas de exercícios que pudessem trazer reflexões significativas para os alunos (D). A respeito da sociedade e ambiente (D), há assuntos que podem ser tratados de maneira crítica (C), uma vez que podemos engajar os alunos sobre a realidade da sociedade que estamos inseridos (W). Exemplo: Falar de empuxo e tentar dar exemplos e reflexões sobre poluição dos rios (D)”.

A LRA de L3 foi classificada com o grau forte e nível 7, pois os termos de Física foram citados no sentido de permitir entender a realidade relacionada com a poluição dos rios, tendo indícios da importância do

conhecimento científico na sociedade (racionalidade científica).

L4: “O estudo do avanço da tecnologia (D) é uma das formas de se articular os conteúdos de Física com a tecnologia, a sociedade e o ambiente (C)”.

A LRA formada por L4 possui dado e conclusão, sem a presença de justificativa. Assim, possui nível 1, com grau fraco.

L5: “Acredito que essa abordagem pode ter muita compatibilidade através de experimentos, simuladores e debates em aula através de algum vídeo ou texto (D). Tendo isso em vista, tentar conciliar o conteúdo de Física com acontecimentos atuais ajuda o aluno a enxergar o conteúdo no cotidiano (C). Esse tipo de aplicação é algo que vemos muito em alta nos vestibulares e no ENEM hoje em dia, o que também acaba sendo muito proveitoso para os alunos se preparem (D)”.

Em seu argumento, L5 inseriu dados, com apenas uma conclusão e sem a justificativa que oferece a garantia de passagem desses dados para a conclusão. Assim a LRA é de nível 1 e grau fraco.

Respostas finais dos Licenciandos:

L1: “Ele teria que solucionar problemas (D), assim conseguiríamos encaixar a Física como garantia de um argumento seguindo o modelo de Toulmin (C). A física entraria como base científica para solucionar o problema ou apontar ele, depois o professor desenvolveria as atividades de maneira gradual para mostrar os efeitos dentro da sociedade e no meio ambiente (W)”.

Nesse argumento de L1, a LRA formada possui a estrutura básica de argumento válido “D-W-C”, com traços de racionalidade científica, em que os objetos de conhecimento de Física seriam utilizados para entender e solucionar problemas da realidade. Dessa forma, a LRA é de grau forte e nível 7.

L2: “De modo geral, relacionar conceitos de física com o contexto

social do aluno (D), pois leva em conta a relação espaço-temporal que ele está inserido (W). Isso pode ser uma boa maneira (C). Como exemplo o professor vincular, durante o estudo de fluidos/empuxo, o funcionamento do sistema hidráulico de uma casa, como o fluxo de água auxilia a obtenção de energia em uma hidroelétrica ou no sistema de abastecimento de uma cidade ou região, que pode contar com grandes caixas d'água coletivas (B)”.

A LRA estruturada por L2 possui D-W-C-B e há, de forma explícita, o uso de conceitos de Física que se relacionam com a garantia dada, evidenciando aspectos de racionalidade científica, sendo assim, classificada com o nível 9 e grau forte.

L3: “Acredito que é possível tratar de temas de física e ambiente que possam ser consultados pelo celular ou outros recursos tecnológicos (W), e, assim, trazendo um ritmo diferente para a aula (C). Exemplo: Tratar de efeito estufa com experimentos e consultas na internet (D)”.

L3 apresenta uma LRA que possui a estrutura básica de argumento “D-W-C”, no entanto, explorando conceitos relacionados ao efeito estufa com o uso da tecnologia, o que sinaliza que pode haver aspectos de racionalidade científica ou desenvolvimento tecnológico. Nesse caso, consideramos que seria necessária a presença de mais elementos do padrão de argumento, para deixá-lo mais claro e coerente com essa perspectiva da matriz CTS. Mesmo assim, classificamos a LRA com grau forte, de nível 7.

L4: “Uma das formas é trabalhar a evolução tecnológica ao longo das eras (D), pois é possível identificar a física necessária para que cada uma dessas tecnologias fosse desenvolvida e melhorada (W). Consequentemente fruto desses melhoramentos o impacto de toda uma produção de aparatos, consumo de energia e geração de resíduos sólidos no ambiente em que a sociedade está inserida gera novos desafios e complicações a serem

superados e resolvidos em sociedade (B), e assim, a discussão desses temas deve gerar ações para tomadas de decisões reais de transformação dessa realidade (C)”.

A LRA de L4 possui grau de nível 9 e estrutura “D-W-C-B”, utilizando conhecimentos de Física consumo de energia, geração de resíduos como contexto para fazer uma abordagem relacionada ao desenvolvimento tecnológico.

L5: “Os professores podem articular os conteúdos de Física com CTS através da contextualização por meio de tópicos relevantes da vivência do aluno e do seu cotidiano (D), pois é possível demonstrar que a Física está presente nos mais diversos lugares do dia a dia (W). Para isso, pode se usar notícias em evidência, momentos marcantes da história, discutir uma tecnologia nova ou tentar entender um problema presente na sociedade em que a escola está inserida e buscar propor uma solução em conjunto (C)”.

A LRA de L5 possui os três elementos básicos do argumento “D-W-C” e defende a importância da compreensão de situações presentes na realidade do aluno, a partir de conceitos de Física, evidenciando uma abordagem de racionalidade científica. Por isso, a LRA é classificada de grau forte e nível 7.

Assim, comparando as respostas iniciais com as finais, a maioria dos futuros professores melhorou o nível de argumentação, pois as LRA apresentadas ao final das atividades possuem mais elementos que tornaram o argumento válido e com mais qualidade.

Considerações finais

Nesta pesquisa buscamos investigar como alunos da graduação em Física elaboraram sequências de atividades voltadas para o desenvolvimento de práticas argumentativas a partir de temas que estão

articulados à educação CTS. Ao mesmo tempo, investigamos como esses estudantes desenvolveram Linhas de Raciocínio Argumentativo sobre a Educação CTS, ao participarem das atividades realizadas nas aulas da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Física, do curso de Graduação em Licenciatura em Física. Os seus resultados permitem as seguintes considerações:

No que tange à maneira como os licenciandos elaboraram suas sequências de atividades, verificamos que eles abrangeram diferentes perspectivas da matriz CTS de Strieder e Kawamura (2017), pois houve a emergência de atividades com o viés de racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social, com os diferentes propósitos educacionais, perpassando pelo desenvolvimento de percepções, de questionamentos e de compromissos sociais;

No aspecto relacionado ao padrão de Toulmin, as respostas finais dos licenciandos ao questionário mostraram um aprimoramento na estrutura de seus argumentos, comparadas às respostas iniciais, pois todos eles apresentaram a estrutura básica “Dado (D)-Garantia (W)-Conclusão (C)”. Além disso, dois deles utilizaram o elemento de conhecimento Base (B) que reforçou a passagem dos Dados à Conclusão (C), uma vez que houve a justificativa da garantia (W) apresentada. Com relação ao desenvolvimento de LRA acerca da temática relacionada ao uso dos conhecimentos de Física na perspectiva de Educação CTS, houve evidências de uma evolução nos níveis de suas LRA dos futuros professores.

Assim, ao nosso ver, os licenciandos, ao participarem de aulas com estudos direcionados a essas temáticas, adquiriam práticas de argumentação na perspectiva de construção de argumento com os elementos do padrão de Toulmin (2006), com a abordagem de Linha de Raciocínio Argumentativo de Galvão (2020), no sentido de permitir uma análise mais específica do argumento, seja com relação aos conceitos de

Física ou no âmbito de uma análise contextual, como a apresentada nesta pesquisa, com referência à educação CTS.

Dessa forma, consideramos que o preparo de sequências de ensino que articulem temas pautados na educação CTS pode propiciar aos licenciandos a formação necessária para o seu uso visando a construção de argumentos pelos alunos da Educação Básica. Essa prática pode ser relevante para que o futuro professor se sinta confortável para desenvolver atividades que desenvolvam argumentação em sala de aula, uma vez que a falta de segurança é um dos fatores que Bianchini (2017) apontou como prejudiciais à prática de atividades argumentativas com alunos do Ensino Básico.

Mediante essas considerações, esta pesquisa pode contribuir de forma positiva para os estudos que defendem a inserção de argumentação na formação inicial de professores de Física e apontar que a educação CTS pode oferecer condições favoráveis para que esse processo aconteça. Assim, a construção de argumentos pelos alunos a partir da abordagem de temas pautados no enfoque CTS é ainda um campo que pode oferecer oportunidades de investigações relevantes, especialmente a formação inicial de professores de Física. Desse modo, é salutar que os licenciandos vivenciem e elaborem, nos cursos de graduação, atividades que visem o desenvolvimento de argumentos em estudantes do Ensino Básico.

Argumentation and sts approach: a look at the initial training of physics teachers

This research was carried out with students of the degree course in Physics, in which it was investigated how they elaborate sequences of activities based on Science-Technology-Society Education (STS), aimed at leading Basic Education students to develop arguments in classes of Physical. In addition, their arguments about STS in Physics Teaching were analyzed. The research is of a qualitative nature, whose data consisted of an open questionnaire and the sequences of activities presented by them. For data analysis, a STS education matrix and a model of Argumentative Reasoning Line were used. The results exhibit that the sequence of activities of the reference themes can contribute to the improvement of the

quality of the argumentation and the STS education in the initial formation of teachers, as they developed activities that can be used in their future practices in the classroom.

Keywords: Argumentation; STS education; Physics teaching

Referências

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, novembro de 2007.

BIANCHINI, T. B. **As manifestações argumentativas em diferentes momentos da formação de licenciandos em Química**. Tese de doutorado em Educação para a Ciência-Área de concentração: Ensino de Ciências – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora, 1982.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

COSTA, L. G; BARROS, M. A. O ensino da física no Brasil: problemas e desafios. **In: Educação no Século XXI-v. 39** – Matemática, Química, Física/Organização: Editora Poisson, Belo Horizonte - MG: Poisson, 2019.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, Hoboken, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

GALVÃO, I. C. M. **Interação discursiva e argumentação dos alunos no Ensino de Física**. 221f. 2020. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência-Área de concentração: Ensino de Ciências) - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; AGRASO, M. F. A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. **Educação em revista**, v. 43, p.13-33, 2006.

MARTINS, M; JUSTI, R. Uma nova metodologia para analisar raciocínios argumentativos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

MORTIMER, E.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, p.283-306, 2002.

PEZARINI, A. R; MACIEL, M. D. O ensino de ciências pautado nos vieses CTS e das questões sociocientíficas para a construção da argumentação:

um olhar para as pesquisas no contexto brasileiro. **REnCiMa**, v. 9, n.5, p. 169-188, 2018.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131. 2008.

SASSERON, L. H; SOUSA, T. N. O engajamento dos estudantes em aula de física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.24, n.1, p. 139-153, 2019.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação**. 2008. 236 f. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

STRIEDER, R. B; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.10, n. 1, p. 27-56, 2017.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.