

Argumentações de estudantes da primeira série do Ensino Médio sobre o tema exploração espacial abordado na perspectiva da educação CTS⁺*

Idmaura Calderaro Martins Galvão¹

Escola Estadual “Professora Miquelina Cartolano”

Lorena – SP

Alice Assis

UNESP – Campus de Guaratinguetá

Resumo

No presente artigo, analisou-se a construção de Linhas de Raciocínio Argumentativo (LRA) por estudantes em aulas de Física, mediante a aplicação de uma sequência de atividades pautada na educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). A pesquisa foi realizada com 47 alunos da 1ª série do Ensino Médio, de uma escola pública do Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo. Antes da realização dessa análise foi aplicado aos estudantes um questionário, por meio da plataforma google forms, sobre aspectos relacionados à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade. A partir das suas respostas a esse questionário, escolheu-se a temática exploração espacial para ser trabalhada na referida sequência de atividades. A análise das LRA construídas pelos alunos no decorrer da aplicação de tal sequência de atividades se deu a partir de algumas produções textuais por eles elaboradas. Para essa análise, utilizou-se um modelo que permite a investigação da construção das LRA, elaborado a partir do padrão de Toulmin. Os resultados evidenciaram que as ideias iniciais dos estudantes são relevantes para a construção de uma sequência de atividades relacionada aos princípios e parâmetros da educação CTS e que a sua aplicação favoreceu a construção de LRA pelos discentes, contemplando aspectos relacionados à estrutura de um argumento e aos conceitos de Física, sendo possível

⁺ Arguments of first grade high school students on the topic of space exploration approached from the perspective of STS education

^{*} Recebido: 21 de abril de 2022.

Aceito: 31 de dezembro de 2022.

¹ E-mails: idmaura@gmail.com; alice.assis@unesp.br

tecer relações entre as LRA dos alunos e os referidos princípios e parâmetros.

Palavras-chave: *Ensino de Física; CTS; Linhas de Raciocínio Argumentativo.*

Abstract

In this paper, was analyzed the construction of Argumentative Reasoning Line (ARL) by students in Physics classes, through the application of sequence of activities based on Science-Technology-Society (STS) education. The research was carried out with 47 students in the 1st year of high school, from a public school in the Integral Education Program of the State of São Paulo. Previously implementation this analysis, a questionnaire was applied to the students, using the google forms platform, about aspects related to Science, Technology and Society. Based on their responses to this questionnaire, the theme of space exploration was chosen to be worked in the mentioned sequence of activities. The analysis of the ARL constructed by the students during the application of such sequence of activities was based on some textual productions elaborated by them. For this analysis, a model was used allows the investigation of the construction of the ARL, elaborated from the Toulmin pattern. The results showed that the students' initial ideas are relevant for the construction of a sequence of activities related to the principles and parameters of STS education and that its application favored the construction of ARL by the students, contemplating aspects related to the structure of an argument and the Physics concepts, making it possible to connect relationships between the students' ARL and the mentioned principles and parameters.

Keywords: *Physics Teaching; STS; Argumentative Reasoning Line (ARL).*

I. Introdução

O desenvolvimento de atividades que explorem as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem sido objeto de estudo no campo da Educação em Ciências, como é o caso de Santos (2012), cujo foco foi buscar compreender como o processo de ensino e de aprendizagem, por meio da educação CTS, pode corroborar para uma formação mais ampla

do estudante, visando a atuação cidadã por meio da criticidade do indivíduo na realidade em que vive.

A educação CTS é discutida por Santos (2012) como o processo em que as dimensões da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade estão inter-relacionadas, conforme a Fig. 1.

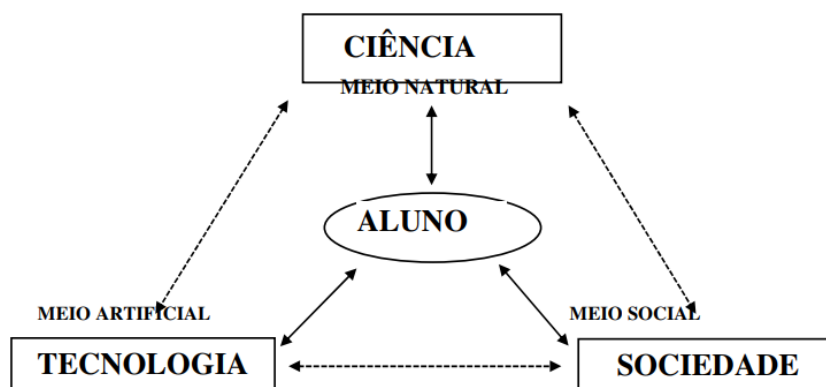


Fig. 1 – Inter-relações CTS. Fonte: Santos (2012, p. 51).

Essa figura evidencia que o aluno está no centro do processo em que a educação científica e tecnológica é permeada por situações que englobam aspectos da sociedade como um todo, como as relações sociais, econômicas, políticas, éticas e históricas (SANTOS, 2012).

Para que os estudantes estabeleçam as inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, faz-se necessário discutir quais objetivos pretende-se desenvolver em um processo de ensino e aprendizagem que tenha a educação CTS como princípio norteador. E, nesse sentido, é relevante considerar aspectos que possam caracterizar tal abordagem no campo educacional.

Nesse contexto, a partir da investigação das diferentes perspectivas evidenciadas nas abordagens sinalizadas nos trabalhos inseridos no campo do movimento CTS, desenvolvidos na realidade educacional brasileira, Strieder e Kawamura (2017) organizaram uma matriz de referência constituída por três propósitos articulados a três parâmetros fundamentais à educação CTS, conforme indicado no Quadro 1.

Essa matriz mostra as possíveis relações que se podem estabelecer entre parâmetros e propósitos de uma atividade voltada para a educação CTS, em que há três propósitos educacionais: desenvolvimento de percepções, desenvolvimento de questionamentos e desenvolvimentos de compromissos sociais. Esses propósitos estão relacionados a três parâmetros CTS: a Racionalidade Científica, o Desenvolvimento Tecnológico e a Participação Social.

Quadro 1: Matriz de educação CTS de Strieder e Kawamura (2017).

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

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

Com relação a esses parâmetros e propósitos as autoras destacam as seguintes categorias: (1R), que evidencia a explicitação da presença da ciência no mundo, contemplando a importância do conhecimento científico para compreender o mundo natural ou artificial; (2R), cuja abordagem discute a presença da ciência no mundo, permitindo enfatizar a importância do conhecimento científico para compreender o mundo natural ou artificial; (3R), que compreende a análise da condução das investigações científicas, buscando enfatizar que a ciência não é detentora de verdades absolutas e que as verdades são construções históricas e provisórias, que se modificam de acordo com contextos sociais; (4R), que tem como prioridade questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos, sendo criticados os rumos da pesquisa, a partir de questões relativas ao fato de que a racionalidade científica atende às demandas de determinados grupos sociais; (5R), que aborda as insuficiências da ciência, discutindo que o conhecimento científico não é suficiente para a compreensão e a solução de problemas associados à realidade; (1D), que desenvolve atividades que abordam questões técnicas relativas a determinados aparatos, com o intuito de viabilizar a compreensão do seu processo de funcionamento; (2D), que discute o desenvolvimento tecnológico propriamente dito e as relações sociais, tomando por base o aparato em funcionamento; (3D), que possibilita discutir que a tecnologia é diferente de técnica e que sofre influência da sociedade, não sendo um produto imediato da ciência; (4D), que busca questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias, levantando 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 evidenciem os propósitos que guiam o desenvolvimento das novas tecnologias; (5D), que promove a discussão acerca da necessidade de adequações sociais e 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” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 39).

Dando continuidade, no campo (1P), com o foco em discutir a necessidade de adequações sociais, pode haver o envolvimento social com temas relacionados à ciência e à tecnologia; (2P), em que ocorre a avaliação de pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas, envolvendo algum produto científico-tecnológico, o que pode resultar em alguma mudança de caráter individual; (3P), que coloca em pauta a discussão de temas que propiciem a reflexão sobre as transformações sociais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico, considerando o contexto histórico e as decisões coletivas envolvidas, possibilitando uma discussão dos impactos pós-produção; (4P), que promove a identificação de contradições e estabelecimento de mecanismos de pressão, em que as ações são direcionadas a intervir no processo de produção e/ou implementação de determinado produto da Ciência e Tecnologia, como a implementação de fábricas, de modo a se compreender as relações de poder presentes; (5P), em que há o processo de compreensão das políticas públicas e de participação no âmbito das esferas políticas (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

Dessa forma, uma sequência de atividades pode contemplar um ou mais propósitos e envolver os parâmetros que estão relacionados ao campo da racionalidade científica, do desenvolvimento tecnológico e da participação social.

Para exemplificar a aplicação da matriz no campo educacional, Strieder e Kawamura (2017) citam alguns exemplos, como a discussão “sobre usinas nucleares relacionadas a quem e quantos são os funcionários de uma usina, de onde vem a matéria prima que é utilizada, para onde vão os dejetos, quais os índices de contaminação permitidos, acidentes.” (p.39), com o intuito de analisar organizações e relações entre aparato e sociedade, indicado na matriz por 2D, em que há a articulação com o propósito de desenvolver questionamentos.

Em outros exemplos, as autoras citam mais aplicações da matriz na esfera da educação, em que se pode fazer uso da “construção de uma maquete em que se mostram o funcionamento e as partes de determinado aparato; pode envolver, também, uma discussão sobre como usar determinado aparato da maneira mais correta, eficaz e/ou sustentável” (p. 38). Em outro momento, as autoras abordam que é possível discutir “argumentos contra ou a favor do uso dos motores à combustão interna, da energia nuclear” (p. 34). Nesses casos, torna-se possível discutir questões técnicas, conforme o item 1D da matriz, e discorrer acerca dos malefícios e benefícios dos produtos da ciência, de acordo com o campo 2R, contemplando os propósitos de desenvolver percepções e questionamentos.

Dessa forma, consideramos que essa matriz de Strieder e Kawamura (2017) torna-se uma ferramenta relevante para o planejamento de sequências de atividades no Ensino de

Ciências, visto que contempla parâmetros associados aos referidos propósitos que são essenciais num processo de ensino e de aprendizagem que vise à formação de um cidadão crítico e participativo no meio social, econômico e político em que vive.

Com o objetivo de discutir os desafios relacionados à implementação da Educação CTS, Fernandes e Strieder (2017) investigaram as dificuldades de um grupo de professores do Ensino Médio da Secretaria de Estado do Distrito Federal, na implementação de propostas que abordam o enfoque CTS, indicando muitas dificuldades enfrentadas por esses docentes associadas ao conhecimento sobre CTS, ao planejamento coletivo, à articulação entre teoria e prática e à interdisciplinaridade.

Partindo da premissa de que essas dificuldades podem ser enfrentadas por diversos professores em um contexto mais amplo e em diferentes locais, consideramos que levantar as percepções iniciais dos alunos que chegam ao Ensino Médio sobre aspectos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade e suas relações pode favorecer a construção de sequências de atividades com os propósitos de uma Educação CTS, conforme as ideias de Strieder e Kawamura (2017).

No sentido de contribuir para esse propósito, em um primeiro momento, buscamos, nesta pesquisa, investigar as percepções de estudantes da primeira série do Ensino Médio acerca de tópicos relacionados à Ciência, à tecnologia e à Sociedade, a fim de levantarmos possíveis temas e situações que poderiam permear para a elaboração de sequências de atividades direcionadas para o Ensino de Física, na perspectiva da matriz de referência associada à Educação CTS, elaborada por Strieder e Kawamura (2017).

Pensando nas considerações apontadas até o momento, levantamos a hipótese de que a elaboração de atividades que visem à educação CTS, a partir das ideias iniciais dos estudantes, pode promover o interesse e a participação ativa deles nas discussões ocorridas em sala de aula, o que propicia um ambiente favorável à construção de argumentos pelos discentes.

Autores como Perazini e Maciel (2018) e Jiménez-Aleixandre e Agraso (2006) discutem a importância do uso de atividades que propiciem aos alunos o desenvolvimento de argumentos em aulas de Ciências. Considerando essa importância, Galvão (2020) desenvolveu uma estrutura que possibilita avaliar as Linhas de Raciocínio Argumentativo (LRA) apresentadas pelos alunos em aulas de Física.

Nesse cenário, buscamos responder à seguinte questão de pesquisa: de que forma o uso de uma sequência de atividades embasada em princípios e parâmetros da educação CTS pode favorecer a elaboração de Linhas de Raciocínio Argumentativo pelos dos estudantes?

Assim, temos como objetivo geral investigar a construção de Linhas de Raciocínio Argumentativo por estudantes em aulas de Física, mediante a aplicação de uma sequência de atividades, pautada na educação CTS, cujo tema foi escolhido a partir das colocações iniciais dos estudantes.

Nesse contexto, temos os seguintes objetivos específicos: 1) Analisar as ideias iniciais dos estudantes a fim de levantarmos uma temática e uma situação problema para embasar a construção de uma sequência de atividades com o foco nos parâmetros e propósitos elencados na matriz de referência de Strieder e Kawamura (2017); 2) Analisar as Linhas de Raciocínio Argumentativo elaboradas pelos estudantes, durante a aplicação da sequência de atividades; 3) Estabelecer relações entre as LRA apresentadas pelos estudantes e os referidos parâmetros e propósitos.

II. A argumentação no Ensino de Ciências

O desenvolvimento de competências argumentativas no ensino básico é indicado por autores que investigam o Ensino de Ciências, como Sousa e Queiroz (2018), dentro da perspectiva de promover o envolvimento do aluno de forma ativa na dinâmica do processo de ensino e de aprendizagem. De acordo com Lemke (1997), as práticas que fomentam a argumentação articulam linguagem com aprendizagem.

Souza e Queiroz (2018) enfatizam que as habilidades argumentativas são essenciais para o ser humano e podem ser utilizadas em diversas situações. No caso do ambiente de ensino e de aprendizagem, consideramos o processo argumentativo como toda situação em que alunos e professor discutem dados e buscam justificativas para formar suas conclusões. Nesse sentido, Toulmin (2006) apresenta um padrão de análise de argumento, destacando os elementos essenciais para que um argumento seja considerado válido. A Fig. 2 mostra o padrão de argumento de Toulmin (2006).

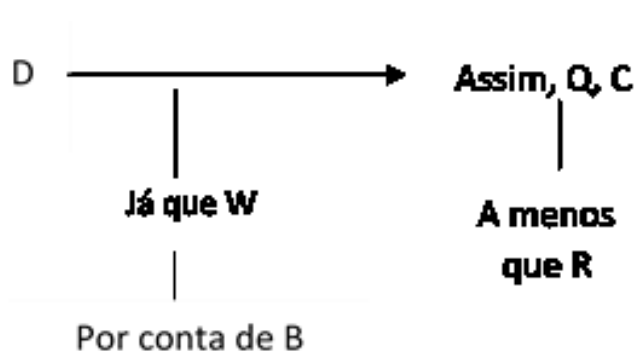


Fig. 2 – Elementos do argumento de Toulmin. Fonte: Toulmin (2006, p.150).

Nessa estrutura, estão presentes três elementos essenciais do argumento: Dado (D), Garantia (W), Conclusão (C). Os dados são os fatos a partir dos quais uma alegação será formada. A garantia², representada na Fig. 2 pela letra W, indica situações que oportunizam a

² O termo Garantia é entendido, neste trabalho, como informações que trazem uma justificativa de passagem dos dados à conclusão.

passagem dos dados à conclusão e “conferem graus de força às conclusões que justificam” (TOULMIN, 2006, p.144). Assim, em alguns casos, é necessário que a garantia venha acompanhada de elementos como o qualificador modal, sinalizado pela letra Q, em que há a inserção de advérbios como “necessariamente, provavelmente, presumivelmente”, que “autorizam a dar provisoriamente o passo dos dados para a conclusão” (TOULMIN, 2006, p. 144).

Há também, na estrutura da Fig. 2, o elemento representado pela letra R, que significa elemento de refutação, que indica “circunstâncias nas quais se tem de deixar de lado a autoridade geral da garantia” (TOULMIN, 2006, p. 145). Assim, o elemento de refutação oferece condições de exceção à conclusão apresentada. Por fim, outro elemento que aparece na estrutura de Toulmin é o conhecimento base, representado pela letra B, que indica as condições para que a garantia seja aceita, dando apoio a ela. A Fig. 3 mostra uma situação em que Toulmin exemplifica a relação entre esses elementos.

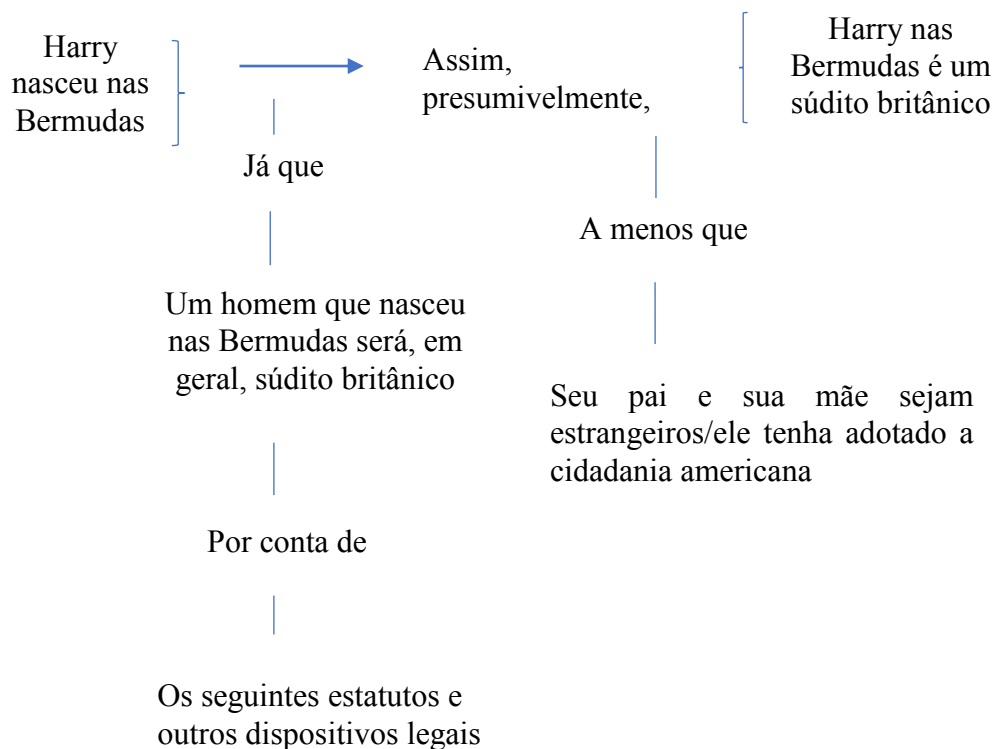


Fig. 3 – Exemplo da relação entre os elementos do padrão de Toulmin. Fonte: Toulmin (2006), p. 151.

Nessa situação, há a presença dos seis elementos do padrão de Toulmin, de modo que o esquema desse padrão, conforme apresentado na Fig. 2, é contemplado na íntegra.

O Galvão (2020), em sua pesquisa de doutorado, desenvolveu uma estrutura que articula os elementos do padrão de Toulmin com a ideia de Linhas de Raciocínio que foram exploradas por Martins e Justi (2017), conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Organização das Linhas de Raciocínio Argumentativo.

Linha de Raciocínio Argumentativo (LRA) em níveis	Elementos do padrão de Toulmin	Embasamento em conceito de Física (SIM ou NÃO)	Grau (Forte, Médio ou Fraco)
LRA_n11	D, W, C, B, Q e R	SIM	Forte
LRA_n10	D, W, C, B, Q ou D, W, C, B, R	SIM	Forte
LRA_n9	D, W, C, B	SIM	Forte
LRA_n8	D, W, C, Q ou D, W, C e R	SIM	Forte
LRA_n7	D, W, C	SIM	Forte
LRA_n6	D, W, C, B, Q e R	NÃO	Médio
LRA_n5	D, W, C, B, Q ou D, W, C, B, R	NÃO	Médio
LRA_n4	D, W, C, B	NÃO	Médio
LRA_n3	D, W, C, Q ou D, W, C e R	NÃO	Médio
LRA_n2	D, W, C	NÃO	Médio
LRA_n1	D, C	NÃO ou SIM	Fraco
LRA_n0	D	NÃO ou SIM	Fraco

Fonte: Galvão (2020), com adaptações.

Essas LRA foram elaboradas para classificar os argumentos dos alunos de acordo com os elementos do padrão de Toulmin (2006) e são classificadas pela articulação entre esses elementos e os conceitos de Física. Consideramos que os elementos estão relacionados aos conceitos de Física quando houver explicitamente a indicação de ideias do campo de estudo desse componente.

Para exemplificar, no nível 11, grau forte, a LRA contém todos os seis elementos do padrão de Toulmin e contempla algum fato/fenômeno ou conceito relacionado à Física. Por outro lado, na LRA de nível 6, também há a presença de todos os elementos do padrão de Toulmin, mas sem relação com alguma ideia ligada aos conhecimentos de Física, e assim, classificada com grau médio.

Assim, as LRA que têm embasamento em ideias de Física e contemplam pelo menos a estrutura básica do padrão de Toulmin (2006) (D-W-C) são indicadas pelo grau forte. E, as LRA que não estão relacionadas a algum conceito de Física, mas que contemplam pelo menos a estrutura básica “D-W-C” são classificadas com o grau médio.

Na LRA de nível 1, a formação de um argumento é comprometida, pois não aparecem os três elementos da estrutura básica de um argumento válido, com apenas os dados

e a conclusão (que podem ou não estar ligados à Física). Dessa forma, o grau da LRA é considerado fraco, pois diante de dados e conclusões isolados, sem garantia, não há conexão entre os elementos, não há o esquema (D-W-C) e, portanto, não há formação de argumento válido.

Por fim, quando apenas o elemento dado aparece isolado, mesmo que contenha alguma ideia relacionada à Física, é caracterizada como uma LRA fraca, com nível 0.

Sendo assim, a estrutura do Quadro 2 mostra que há 11 possibilidades para a análise das ideias que podem ser inseridas pelos alunos, tanto de forma escrita quanto de maneira oral.

III. Metodologia

Este trabalho é fruto de um estudo desenvolvido para uma pesquisa de pós-doutorado, de cunho qualitativo, cujo foco foi o de tecer considerações acerca de uma situação de ensino e de aprendizagem em que o pesquisador está inserido no ambiente natural da pesquisa (BOGDAN e BIKLEN, 1982). Foi realizado com 47 alunos da primeira série do Ensino Médio³, de uma escola da rede estadual de ensino do Estado de São Paulo, pertencente ao Programa de Ensino Integral, em aulas de Física, no ano de 2021, durante o terceiro bimestre.

Inicialmente, os estudantes estavam participando de aulas no modelo Híbrido e responderam a um questionário com o uso da ferramenta *google forms*, alguns na escola e outros em suas casas, com o intuito de levantar suas percepções iniciais acerca de aspectos relacionados à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade.

Tal questionário possui perguntas abertas acerca de tópicos relacionados a esses aspectos, conforme apresentado a seguir:

- 1- Quais as novidades e acontecimentos relacionados à tecnologia que você conhece?
- 2- A Ciência está relacionada com as inovações tecnológicas? Justifique a sua resposta.

Após a análise das respostas dos alunos, no primeiro momento, optamos por abordar o tema exploração espacial, devido à indicação inicial dos estudantes de que a Ciência está relacionada às inovações tecnológicas, decorrentes dessa exploração. Como tal temática está articulada a tais inovações, consideramos a possibilidade de abordar esse tema com o intuito de levar o estudante a construir LRA que contemplem as relações entre Ciência e Tecnologia e suas aplicações na Sociedade.

Outro fator que contribuiu para a escolha desse tema foi a possibilidade de abordá-lo dentro da unidade temática “Vida, Terra e Cosmos” do material usado pelas escolas públicas

³ Usa-se o termo “primeira série do Ensino Médio” de acordo com o currículo Estado de São Paulo.

do estado de SP, referente ao terceiro bimestre, da primeira série do Ensino Médio (SÃO PAULO, 2021).

Sob as prerrogativas aqui apresentadas, elaboramos uma sequência de atividades que foi desenvolvida com estudantes, a fim de investigar a formação de LRA e suas articulações com os propósitos e parâmetros da educação CTS.

No Quadro 3, está elencada a síntese dessa sequência de atividades, relacionada ao desenvolvimento do tema exploração espacial e seus benefícios e malefícios à sociedade.

Quadro 3: Síntese das atividades desenvolvidas com os estudantes sobre o tema “Exploração Espacial”.

Atividade	Descrição e objetivo	Tempo de duração
1- Pesquisa e exploração do tema	Os estudantes, divididos em grupos de 3 ou 4 alunos, utilizaram a revista científica FAPESP ⁴ , impressa e online, a fim de realizarem uma pesquisa e a leitura de um artigo sobre algum tópico relacionado à exploração espacial. Após a pesquisa, os discentes realizaram a escrita de um resumo e de um mapa mental, contemplando as principais ideias do artigo. Nesta etapa a função do professor foi de mediar e orientar os estudantes na execução da atividade.	3 aulas de 45 minutos cada uma.
2- Discussões com os estudantes acerca dos tópicos relacionados ao estudo de Astronomia	Os estudantes participaram de momentos em que foram discutidos conceitos importantes para o estudo de Astronomia, como a vida das estrelas, espectroscopia, gravitação, entre outros. Nesta etapa, os alunos puderam interagir com a professora e com os colegas, expondo suas ideias e tirando suas dúvidas.	3 aulas de 45 minutos cada uma.
3- Filme “Interstelar”	Os discentes assistiram ao filme, juntamente com a professora de Física, a fim de identificarem relações com a temática “exploração espacial”. Durante a exibição do filme, os estudantes puderam interagir com a professora colocando suas percepções e explorando os assuntos que foram abordados nas cenas, como o lançamento do foguete espacial, a ideia de buraco de minhoca e de buraco negro, a relatividade do tempo, a gravidade, as condições essenciais para a vida, os fatores positivos e negativos da exploração espacial, entre outros fatores.	5 aulas de 45 minutos cada uma.
4- Escrita de uma redação sobre o tema exploração espacial	Os alunos realizaram a escrita de um texto dissertativo-argumentativo sobre a temática, por meio da interação com o material pesquisado na primeira etapa e com a mediação das professoras de Língua Portuguesa e de Física, a fim de orientá-los acerca das normas relacionadas à escrita de um texto dissertativo e para esclarecimento de eventuais dúvidas sobre os conceitos de Física envolvidos na temática.	4 aulas de 45 minutos cada uma.

⁴ Link da revista FAPESP: <https://revistapesquisa.fapesp.br/>

5- Avaliação escrita	Na última etapa, os alunos participaram de uma atividade avaliativa de forma individual, em que puderam colocar suas ideias sobre o tema exploração espacial de forma escrita e indicar relações com conceitos de Física.	2 aulas de 45 minutos cada uma.
----------------------	---	---------------------------------

Fonte: Próprio autor.

Neste artigo, usaremos algumas produções textuais dos estudantes (produzidas na redação e na avaliação), realizadas nas atividades 4 e 5, como instrumentos de análise, a fim de identificarmos as LRA elaboradas pelos discentes, conforme Galvão (2020).

Cabe ressaltar que as respostas dos alunos às questões iniciais foram analisadas de forma geral, com base na análise de conteúdo (BARDIN, 2011), a fim de fazermos o levantamento da temática a ser contemplada na sequência de atividades, dentro de uma perspectiva de educação CTS. Assim, com relação a essas respostas, realizamos a pré-análise, a exploração e o tratamento dos resultados e interpretação. Na pré-análise, organizamos as respostas produzidas pelos estudantes. Na fase de exploração do material, fizemos o levantamento de algumas características dessas respostas, categorizando-as. Na sequência, realizamos a análise reflexiva dos dados, a fim de interpretarmos os resultados de acordo com os objetivos de nossa pesquisa.

IV. Resultados e análises

Para analisar as respostas dos estudantes às questões elencadas inicialmente, elaboramos categorias de análise a posteriori. Para cada questão, há uma sequência de categorias que permite uma análise detalhada das respostas dos estudantes.

Para a primeira questão, relacionada às novidades e acontecimentos associados à tecnologia, intitulada “Quais as novidades e acontecimentos relacionados à tecnologia que você conhece?”, elaboramos as seguintes categorias, a partir das respostas dos alunos: Informação e comunicação; Atividades cotidianas: casa; Pesquisa e exploração espacial; Transporte; Meios de produção; Vacina; Estudos; Transações.

A seguir, destacamos alguns trechos das referidas respostas relativas a cada uma dessas categorias. Os alunos são identificados pela letra A, seguida de um número.

Informação e comunicação

A1: Muita coisa mudou com esse passar dos anos, celulares, computadores, televisões e muito mais. Hoje em dia uma televisão pode ser usada para bem mais coisa além de apenas assistir programas ou desenhos, os celulares sempre chegam com várias atualizações diferentes, quantidades de câmeras exageradas e mais de milhares de coisa em somente um aparelho.

A2: Biochip sob a pele.

Atividades cotidianas-casa

A3: Mini-robô que limpa o chão.

A4: Uma lâmpada conectada com a internet.

Pesquisa e exploração espacial

A5: O Satélite Amazônia 1 lançado esse ano, que contribuí para o monitoramento dos diversos biomas brasileiros a fim de melhorar a preservação da natureza.

A6: Vou tentar responder, bom sempre vejo nos jornais que, cada dia que se passa, novos aparelhos tecnológicos são inventados, para que nós avancemos cada vez mais em pesquisas no universo a fora, e até mesmo dentro do planeta terra.

Transporte

A7: Autonomia Veicular de Alto Nível.

A8: Robôs, carros que andam sozinho, carros que carregam na tomada.

Meios de produção.

A9: Criação de máquinas e plataformas para ajudar no trabalho e nos estudos durante a pandemia.

A10: Indústria 5.0.

Vacina

A11: Com essa pandemia uma vacina essencial e só podemos conseguir criar essa vacina coma ajuda da tecnologia.

A12: A descoberta de vacinas.

Transações

A13: Moedas criptografadas.

A14: Blockchain, a novidade para evitar fraudes.

Estudos

A15: A novidade e que agora tem como ter aulas online sem você sair de casa

Essas respostas nos permitem inferir que os estudantes estão atentos às aplicações da tecnologia, especialmente àquelas relativas aos equipamentos que se relacionam às informações e comunicações.

Na resposta do aluno 1, há o destaque para a evolução dos aparelhos, como televisores e celulares, ao passo que o aluno 2 traz o contexto da aplicação de biochips na pele, trazendo uma informação que comumente não é discutida com os estudantes em aulas de Física ou de Ciências.

Os estudantes 3 e 4 apontam questões relacionadas ao serviço doméstico, fato que é relevante e pode ser mote para discussões acerca das praticidades que a tecnologia pode oferecer ao ser humano e quais as vantagens e desvantagens que essa situação pode gerar.

Com relação ao item exploração espacial, os alunos 5 e 6 trazem situações relacionadas ao conhecimento do Universo e, ao mesmo tempo, indicam a importância das pesquisas espaciais para a resolução de problemas que emergem no planeta Terra.

No campo do transporte, destacamos as respostas dos alunos 7 e 8, por permitirem a discussão acerca da imersão da tecnologia para os avanços nos meios de transporte, tanto com relação ao surgimento de veículos modernos que possam dispensar um ser humano do controle quanto para a visão de que a tecnologia de autonomia veicular de alto nível não está apenas relacionada ao autocontrole dos automóveis, mas também aos avanços relativos aos dispositivos que oferecem segurança aos passageiros, como o freios ABS, *airbags*, entre outros.

Nos itens classificados como meios de produção, há o destaque para as respostas dos estudantes 9 e 10 que relacionaram a tecnologia com a criação de máquinas e plataformas para o uso no trabalho e no estudo e a questão da emergência da indústria 5.0. Esses dados indicam que pode ser profícuo discutir acerca da relação do ser humano com tecnologias avançadas.

Os estudantes 11 e 12 colocaram as vacinas em questão, evidenciando o quão importante a tecnologia é para a preservação da saúde. Essa temática pode gerar discussões acerca de situações que envolvem a decisão de grupos em receberem a vacinação.

Com respeito às transações monetárias, os discentes 13 e 14 evidenciaram a questão do uso de moedas criptografadas e o necessário sistema para evitar fraudes. Assim, a temática pode gerar atividades que versam sobre o uso da tecnologia nas desburocratizações e independência de empresas financeiras nas transações, mas ao mesmo tempo evidenciam os perigos que as pessoas podem estar sujeitas.

Por fim, o aluno 15 evidencia o contexto vivenciado no momento por ele, as aulas online. Essa situação pode oferecer oportunidades para o trabalho com questões relacionadas ao uso das tecnologias para a aprendizagem e, ao mesmo tempo, evidenciar a importância das aulas presenciais para os estudantes.

A seguir, são analisadas as respostas dos alunos à segunda questão: “A Ciência está relacionada com as inovações tecnológicas? Justifique a sua resposta”. Todos os estudantes responderam “sim”, a ciência está relacionada à tecnologia. As justificativas foram categorizadas em: 1- sim, mas sem explicações consistentes; 2- sim, justificando de maneira consistente. Consideramos a justificativa consistente quando houve a explicitação de alguma relação entre a tecnologia e a Ciência.

A maioria dos estudantes apontou alguma articulação entre Tecnologia e Ciência, como é explicitado em algumas respostas, a seguir.

A1: Sim, pois muitos cientistas ajudaram a revolucionar a tecnologia, e graças as tecnologias temos medicamentos, tratamentos melhores, descobertas e revoluções.

A2: Sim ela é a principal fonte para que isso aconteça principalmente na parte de estudos e inovações na sociedade

A3: Sim, a ciência é um estudo que permite a construção de várias tecnologias, pois apresenta fatos que auxiliam no processo.

A4: Sim, o empreendimento científico e tecnológico do ser humano ao longo da história é sem dúvida alguma, o principal responsável por tudo que a humanidade construiu até aqui.

A5: Está, pois com a ciência ajudou a ter aparelhos medidos para a sociedade.

A6: Sim, porque os cientistas precisam da tecnologia para fazer suas pesquisas.

A7: Sim. Porque com a tecnologia pode conseguir fazer mais equipamentos para ajudar a ciência.

A8: Sim, porque eles descobriram e a tecnologia faz.

A9: Sim, pois a tecnologia surge a partir da ciência.

A10: Sim, porque quanto mais a tecnologia avançar a ciência fará mais descobertas.

A11: Sim, a ciência pode ajudar muito nos avanços tecnológicos, como em equipamentos utilizados em tratamentos médicos, satélites, entre outros.

As respostas mostraram que os discentes articulam a ciência à tecnologia. Para alguns estudantes, a Ciência se desenvolve melhor com o uso da tecnologia, ao passo que outros indicam que a tecnologia surge a partir das pesquisas científicas. Dessa forma, fica evidente que muitos estudantes reconhecem a importância da Ciência e da tecnologia em diversas situações, trazendo inovações e avanços para a sociedade.

Fazendo uma análise geral dessas respostas, cada uma dessas visões trazidas pelos estudantes pode servir de mote para a inserção de situações que podem oferecer uma problematização inicial para a utilização do enfoque CTS.

Especificamente, com relação à exploração espacial, utilizamos as seguintes questões problematizadoras: De que forma as pesquisas sobre exploração espacial são aplicadas em nosso cotidiano? Em que medida o ser humano é beneficiado e/ou prejudicado por elas?

Essas questões embasaram a elaboração da sequência de atividades e o delineamento das possíveis relações com os parâmetros e propósitos presentes na matriz CTS, de Strieder e Kawamura (2017), conforme descrito no Quadro 4.

Quadro 4: Etapas da sequência de atividades pautadas nos parâmetros e propósitos da matriz CTS, de Strieder e Kawamura (2017).

Atividade	Parâmetros e propósitos utilizados para na sequência de atividades
1- Pesquisa e exploração do tema em artigos científicos da Revista FAPESP	Racionalidade Científica: 1R, 2R, 3R,4R e 5R
2- Discussões com os estudantes acerca dos tópicos relacionados ao estudo de Astronomia	Desenvolvimento Tecnológico: 1D, 2D, 3D, 4D e 5D
3- Filme “Interestelar”	Participação social: 1P, 2P, 3P, 4P e 5P

4- Escrita de uma redação sobre o tema exploração espacial	Racionalidade Científica: 1R, 2R, 3R,4R e 5R Desenvolvimento Tecnológico: 1D, 2D, 3D, 4D e 5D Participação social: 1P, 2P, 3P, 4P e 5P
5- Avaliação escrita	Racionalidade Científica: 1R, 2R, 3R,4R e 5R Desenvolvimento Tecnológico: 1D, 2D, 3D, 4D e 5D Participação social: 1P, 2P, 3P, 4P e 5P

Fonte: Próprio autor.

Com relação à primeira atividade, escolhemos utilizar como referência o parâmetro relacionado à Racionalidade Científica, pois consideramos que uma pesquisa em revista de cunho científico pode favorecer aos estudantes a identificação da ciência e seus aparatos no mundo; a discussão de malefícios e benefícios dos produtos da ciência; a questão relacionada à condução das investigações científicas; a ideia relacionada aos possíveis questionamentos sobre as relações entre as investigações científicas e seus produtos; e a possível abordagem das insuficiências relacionadas à ciência (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

A segunda atividade foi pensada de forma a propiciar o debate com os estudantes sobre o desenvolvimento tecnológico, de forma a tecer relações com a abordagem de questões técnicas dos aparatos científicos; discutir sobre as organizações e relações entre aparato e sociedade e as especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico; bem como questionar os propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias e debater a necessidade de adequações sociais (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

No que diz respeito à terceira atividade, consideramos que o filme “interestelar” pode oferecer subsídios para discussões que podem propiciar aos estudantes condições de: obter informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia; avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas; discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas; identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão; compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

Para analisarmos as LRA formadas pelos alunos após a aplicação dessa sequência de atividades, utilizamos dados de alguns alunos, escolhidos de forma aleatória, devido à limitação de espaço deste artigo.

No Quadro 5, apresentamos os textos de três estudantes, em que indicamos, entre parênteses e em negrito, os elementos do padrão de Toulmin (2006): Dado (D), Garantia (W), Conclusão (C), Conhecimento Base (B) e Refutação (R).

Quadro 5: Textos argumentativos escrito pelos estudantes sobre o tema “exploração espacial”.

Aluno 1
<p>“O espaço e o que ele esconde</p> <p>Há muitos anos o homem vem tentando explorar o máximo possível do Universo. Especialistas acreditam que tal exploração trás esperança à humanidade, sendo essa a razão pela qual alguns universos fictícios como “Star Wars” serem tão populares. No início, eram enviadas naves sem tripulação, as sondas espaciais. A corrida espacial foi o fato que mais impulsionou pesquisas, foram realizados experimentos até finalmente o ser humano pisar na Lua. (D)</p> <p>As novas descobertas impulsionam inovações em inúmeros campos de pesquisa, as mais impulsionadas são no campo da medicina e a tecnologia que por consequência elevam toda a humanidade a novos patamares, criando oportunidades de emprego em diversas áreas e (W), assim, trazendo esperança de um futuro melhor. (C)</p> <p>Todavia, astronautas são expostos a perigos naturais quando se encontram no espaço. Sobretudo, com os altos custos e gastos com viagens espaciais imagina-se que não haveria problema algum, o que não é totalmente verdade, e quando ocorrem problemas é preciso fazer o descarte de lixo espacial, causando impacto ambiental. (R)</p> <p>Em vista dos fatos apresentados anteriormente é possível notar que temos mais vantagens para a geração atual e para as próximas. Contudo, não é correto fechar os olhos para as desvantagens (C). Entrando nesse mérito, válido lembrar que a sociedade atual não está apta à tamanha tecnologia, tal tecnologia que pode impulsionar o capitalismo, fazendo a desigualdade crescer” (W).</p>
Aluno 2
<p>“Descobrimo o universo</p> <p>De acordo com pesquisas a exploração espacial é um grande avanço para a humanidade, são efetuadas pesquisas com o intuito de agregar mais conhecimento sobre o Universo (D).</p> <p>Logo, pode-se dizer que a exploração espacial ajuda muito (C), já que com suas pesquisas pode-se descobrir novos materiais, planetas, estrelas e, quem sabe, vida fora do nosso planeta (W). As pesquisas também podem ajudar a nos proteger de ameaças como meteoros, cometas, ou até algum O.V.I.N.I (Objeto Voador Não Identificado) que podem tratar de seres racionais de outro planeta. (B)</p> <p>No entanto, os gastos são muito altos para a manutenção no espaço, muitas vezes há a criação de muita poluição espacial, trazendo possíveis desastres no futuro e, infelizmente, as pessoas não possuem tanta informação como os mais ricos possuem (R).</p> <p>Dessa forma, observa-se que temos vários aspectos que necessitam de melhorias, porém sabe-se que se está no caminho certo, para que no futuro façam-se coisas novas, podendo conquistar diversos fatores importantes para a humanidade (C)”.</p>

Aluno 3

“A evolução da tecnologia e o conhecimento

De acordo com o cenário atual, a exploração espacial é um grande avanço para a sociedade, ao trazer mais tecnologia que se tem hoje em dia, a internet (D). A exploração espacial tem muitos pontos positivos, como a criação de satélites, que foram desenvolvidos com muito estudo e investimento (W). O satélite funciona como um espelho que emite um sinal muito forte para as antenas de nossas casas, assim tendo sinal de wifi e tecnologia para evoluir cada vez mais (B).

Diante disso, a melhor coisa a se fazer seria continuar com as explorações espaciais (C), entretanto, seria necessário estudar e pensar novas estratégias para que seja mais prático e ter melhor funcionamento” (R).

Fonte: Próprio autor.

O texto do Aluno 1 traz dados que, possivelmente, retirou da pesquisa que foi realizada na primeira etapa das atividades. A partir desses dados, houve a explanação de ideias contendo a conclusão de que a exploração espacial traz esperança de um futuro melhor, embasada na garantia de que as tecnologias trazem mais oportunidades de empregos. A seguir, é apresentado um elemento de refutação, que foca principalmente na questão do meio ambiente e da saúde dos astronautas. O estudante conclui que é importante ficar atento às desvantagens da exploração espacial, apontando como justificativa o fato de que elas podem contribuir para o aumento das desigualdades entre as pessoas. Assim, o texto contempla a estrutura “D- W- C- R”, contendo ideias críticas que são elencadas pelo estudante ao explorar a temática da exploração espacial. Do ponto de vista da construção de LRA, não identificamos, de forma explícita, um elemento que demonstrasse o embasamento em conceitos de Física. Dessa forma, classificamos a LRA como de nível 4.

Ao analisarmos o texto do Aluno 2, observamos que ele formou um argumento consistente sobre o fato de a exploração espacial agregar conhecimento para a humanidade, concluindo que “isso ajuda muito e que se está no caminho certo”, para que ocorram novas conquistas no futuro. O aluno apresenta elementos que consideramos como apoio para a justificativa colocada, ao abordar o potencial que as pesquisas podem oferecer de proteção contra meteoros, cometas e até seres desconhecidos. Nessas colocações, o aluno usa o elemento de refutação ao indicar alguns pontos de melhorias. Assim, a LRA possui a estrutura “D-W-C-B-R” e classificamos como de nível 10, uma vez que houve a inserção de objetos de estudo que estão relacionados ao campo de estudo da Física, como as estrelas, planetas, meteoros e cometas.

Já a análise do texto escrito pelo Aluno 3 mostrou que ele formou um argumento válido contendo “D-W-C-B-R”, em que houve a conclusão de que é importante continuar a exploração espacial, uma vez que gera pontos favoráveis, como a criação de satélites que

funcionam por conta da transmissão de sinais para os aparelhos de nossas residências, sendo necessário que se façam mais estudos e desenvolvimento de estratégias para o melhor funcionamento dos recursos que a exploração espacial propicia. Desse modo, como houve a exploração da ideia de satélite, ao discutir a transmissão de informações, consideramos que a LRA é de nível 10.

Com relação aos propósitos e parâmetros da matriz de Strieder e Kawamura (2017), é possível identificar que os estudantes 1 e 2 identificaram a presença dos aparatos relacionados à exploração espacial na sociedade (item 1R) e apresentaram vantagens e desvantagens do seu uso na sociedade (2R). Ao final de seu texto, o estudante 1 inseriu a questão do capitalismo, no âmbito da participação social (1P). Dessa forma, consideramos que os discentes permeiam o campo do desenvolvimento de percepções da matriz CTS.

Dando continuidade à análise dos dados, como o nosso propósito foi fazer uma discussão qualitativa acerca dos dados produzidos, escolhemos apresentar, de forma aleatória, as respostas de outros cinco alunos, constituídas na etapa da avaliação, para os seguintes questionamentos: “Qual é a importância da exploração espacial? Faça um texto colocando sua opinião sobre o assunto, apontando vantagens e desvantagens. Indique quais conceitos de Física são abordados nas pesquisas espaciais?”.

Resposta do aluno 4

Com base em pesquisas, a exploração espacial é importante (C) pois ajuda na expansão do conhecimento, como na descoberta de novos planetas, novas estrelas e recursos (W) que podem ser úteis para o ser humano, porém ela possui vantagens e desvantagens (R).

As vantagens mais conhecidas são os satélites de internet e GPS que auxiliam previsão de desastres naturais e na descoberta de recursos que podem ser úteis (W). Com as vantagens vem as desvantagens, como o alto risco com que os astronautas são expostos, grande descarte de lixo no espaço, alto custo de investimento e falta de acesso dessas tecnologias às pessoas com menor classe social (R). São importantes a gravidade e como ela afeta o tempo (B).

Resposta do aluno 5

A exploração espacial nos traz diversas vantagens como o conhecimento (C), pois há a descoberta de novos materiais, previne o planeta de perigos que podem ocorrer, a busca espaços que podem ser favoráveis à vida, entre outras coisas (C). Porém, há desvantagens como colocar em risco a vida de tripulantes, o lixo eletrônico espacial, a falta de informação à sociedade e não participação em decisões políticas (R).

Assim, seria ideal que a sociedade tivesse sua participação nas decisões que são tomadas por pessoas de maior poder (C), pois tendo informações para se ter cuidado com fake News e focar no desenvolvimento da tecnologia para usá-la mais para frente, pois o poder da tecnologia é muito grande e não sabemos como lidar com ela completamente (B).

Na exploração espacial são abordados conceitos de espectroscopia, buraco negro, vida das estrelas, gravidade, massa, velocidade, espaço-tempo, a teoria da expansão do universo (B).

Resposta do aluno 6

As pesquisas mostram que a exploração espacial vem trazendo benefícios para a sociedade e algumas desvantagens também (D). As vantagens foram o conhecimento do mundo (C), pois foi possível pisar na Lua, a defesa de meteoros e desastres futuros, a tecnologia que ganhamos com essa exploração (W). No entanto, há desvantagens como a tecnologia que não chega em todas as pessoas, o lixo espacial e os altos gastos (R). Para isso é importante o estudo dos corpos celestes (B).

Resposta do aluno 7

A exploração espacial é muito importante para a humanidade e gera um grande avanço e conhecimento sobre o nosso planeta e ao redor dele (C), pois está impulsionando inovações na área de pesquisa (W). Mas nem tudo são vantagens, tem a geração de lixo espacial, os altos custos para serem executadas as investigações (R), mas de maneira geral essas explorações ajudam muito e fazem com que a humanidade evolua cada vez mais, trazendo conhecimento (C).

São abordados conceitos de espectroscopia- usada para observar e analisar espectros das estrelas, assim podendo identificar elementos químicos presentes nelas. Buraco negro com altíssima gravidade (B).

Resposta do aluno 8

A exploração espacial é importante para conhecer melhor nosso planeta e o sistema ao seu redor (C), pois graças a essas explorações podemos conhecer a teoria da origem do Universo e os estudos sobre buracos negros, entre outros conhecimentos (W). Assim, a exploração espacial nos concede muitas vantagens, como as novas tecnologias (C), mas também há suas desvantagens, como geração de lixo espacial, altos custos, riscos aos astronautas (R).

Alguns conceitos abordados nas respostas dos alunos relativos à exploração espacial foram: espectroscopia - observação e análise das estrelas; buraco negro - gravidade; origem do Universo - Big Bang (B).

Em suas respostas, os estudantes conseguiram expressar suas ideias de forma clara e coerente, pois a partir do fato inserido na questão, a exploração espacial, houve a formação de Conclusões (C) e Garantias (W), acompanhadas pelos elementos Conhecimento Base (B) e Refutação (R). Os alunos reconhecem a importância de explorar o tema devido às diversas vantagens, como a produção de conhecimento e o desenvolvimento de novos materiais e tecnologias que auxiliam no monitoramento e controle do nosso planeta. Há também as indicações de situações que são importantes de serem consideradas, como o acesso que a sociedade possui aos produtos e às inovações tecnológicas, a questão de geração de lixo espacial, os altos custos de investimentos nas pesquisas espaciais, a não participação da sociedade em decisões e os riscos aos quais os astronautas podem ficar expostos. Com relação

aos conceitos de Física, os estudantes conseguiram relacionar alguns tópicos, como a ideia de gravidade nos buracos negros, a origem do Universo e sua expansão, os estudos de espectroscopia, entre outros fatores.

A análise das respostas dos alunos relativa às LRA mostra que todos os textos podem ser classificados como LRA de nível 10, sendo assim classificadas como forte.

No âmbito da matriz CTS, identificamos os parâmetros e propósitos relacionados ao desenvolvimento de percepções e de questionamentos. Novamente, os estudantes reconheceram as tecnologias e os conceitos científicos que permeiam os aparatos de exploração espacial inseridos na sociedade e indicaram vantagens e desvantagens relacionadas ao tema (1R, 2R). O estudante 5 complementou com a reflexão acerca da questão de *Fake News* no campo da exploração espacial, uma vez que as decisões ficam no mérito de pessoas de poder, indicando que seria relevante que houvesse a abertura para a participação coletiva da sociedade (3P).

Voltando às percepções iniciais colocadas pelos alunos acerca de situações relacionadas ao conhecimento do Universo e a importância das pesquisas espaciais para a solução de problemas que emergem no planeta Terra, é possível perceber que a abordagem da sequência de atividades em questão propiciou que eles desenvolvessem LRA mais coerentes e adequadas em relação àquelas apresentadas no questionário inicial. Essas LRA permeiam o campo da exploração espacial na perspectiva da Ciência e da Tecnologia, aplicadas ao âmbito da Sociedade.

V. Considerações finais

O levantamento das percepções iniciais dos estudantes acerca de situações que abordam questões relacionadas aos aspectos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade evidenciou que eles estabeleceram relações entre esses aspectos, bem como reconheceram que tais relações permeiam as suas vidas cotidianas. Entre as questões por eles citadas, destacamos: o uso de aparelhos de informação e comunicação, bem como de aparatos de utilidade doméstica, situações que afetam as nossas vivências diárias, como os meios de transporte, o desenvolvimento de vacinas e até aquelas relacionadas à exploração espacial, que foi o tema escolhido para ser abordado posteriormente em sala de aula.

Diante dessa temática, escolhemos elaborar e aplicar uma sequência de atividades que foi desenvolvida com os estudantes, a fim de contemplarmos alguns princípios e parâmetros da educação CTS, conforme indicados por Strieder e Kawamura (2017), no sentido de promovermos o desenvolvimento de percepções nos estudantes acerca de algumas situações que emergem do campo de pesquisa da exploração espacial e que têm o potencial de propiciar a eles reflexões e questionamentos sobre as implicações que tal campo de estudo e pesquisas trazem para a nossa sociedade, como o desenvolvimento de ideias que exploram os prós e os contras da exploração espacial, bem como a indicação de questões relacionadas à participação social. Os resultados da presente pesquisa evidenciam que as respostas dos

estudantes contemplaram em suas produções textuais, especialmente, os dois primeiros propósitos da matriz, no campo na racionalidade científica e da participação social, isto é, o desenvolvimento de percepções e de questionamentos.

Tivemos indícios de que a aplicação dessa sequência de atividades contribuiu para a elaboração de argumentos consistentes e válidos pelos discentes, uma vez que houve a escrita de textos contemplando a estrutura básica de Toulmin (2006), isto é, “Dado - Garantia - Conclusão”, acrescida, na maioria das vezes, dos elementos de Refutação e de Conhecimento Base.

Do ponto de vista da formação de LRA, na perspectiva de Galvão (2020), identificamos que a maioria dos estudantes utilizou algum conceito ou conhecimento de Física durante a elaboração do argumento, o que mostrou a emergência de grau forte de qualidade dessas LRA, sendo, em sua maioria, classificadas com o nível 10.

Voltando à nossa questão de pesquisa, os resultados evidenciam que os discentes conseguiram construir bons argumentos e explorar alguns conceitos de Física, ao produzirem textos que traziam como proposta a discussão de aspectos relacionados às vantagens e desvantagens da exploração espacial.

Esses resultados mostram, dentro da perspectiva de investigação apresentada neste artigo, que a abordagem de tal sequência de atividades possibilitou a discussão de uma temática que contemplou situações colocadas pelos estudantes em suas percepções iniciais (relações da Ciência e da Tecnologia e suas implicações na Sociedade) e promoveu o desenvolvimento de LRA com grau forte.

Diante disso, consideramos que os resultados desta pesquisa sugerem que o uso de situações que explorem princípios e parâmetros da educação CTS, por meio de atividades que propiciem aos estudantes a construção de ideias, relacionando as suas experiências cotidianas com aspectos da Ciência e da Tecnologia, pode viabilizar a discussão crítica de suas aplicações na Sociedade e, assim, promover um processo de ensino e de aprendizagem de Física mais expressivo para os estudantes.

Por fim, os nossos resultados indicam que os posicionamentos dos estudantes foram direcionados a alguns dos propósitos e parâmetros da matriz CTS de Strieder e Kawamura (2017), mesmo que a sequência de atividades tenha sido elaborada de forma a dar oportunidades para o surgimento de LRA com as diversas categorizações dessa matriz. Esse fato evidencia a relevância de que existam mais pesquisas e atividades direcionadas à sala de aula, com o intuito de desenvolver atividades ligadas ao campo da Educação CTS.

Referências bibliográficas

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 279 p.

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

FERNANDES; R. F., STRIEDER, R. B. Dificuldades enfrentadas por professores na implementação de propostas CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI, 2017, Universidade Federal de Santa Catarina. **Anais [...]**. Florianópolis: SC, 2017. p. 1-9.

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.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia**: language, aprendizaje y valores. Barcelona: Paidós, 1997.

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

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.

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.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: Revista de educação em ciências e matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012.

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.

SÃO PAULO. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo em Ação**: Ciências da Natureza e suas tecnologias. São Paulo: SEE, 2021.

Disponível em: https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2021/07/Caderno-do-Aluno-2021-1%C2%AAS%C3%A9rie-Ensino-M%C3%A9dio_final-impressao.pdf

SOUZA, N, S; QUEIROZ, S. L. Quadro analítico para discussões argumentativas em fóruns on-line: aplicação no ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, p. 145-170, 2018.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006. 375p.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).