

A promoção da Alfabetização Científica por meio de uma unidade didática sobre a Ida do Homem à Lua

Promoting Scientific Literacy through a teaching unit on Man's Journey to the Moon

Ariel Gonçalves Marcelino ^a, Luciano Denardin ^b

^a Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil;

^b Programa de Pós-Graduação em Educação e Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Resumo. Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa, delineada como estudo de caso, que investigou as contribuições de uma unidade didática (UD) intitulada “A ida do Homem à Lua” para a promoção da Alfabetização Científica (AC) de estudantes do Ensino Médio. A UD foi implementada em uma escola privada da região metropolitana de Porto Alegre, junto a 16 estudantes da primeira série do Ensino Médio, no contexto da disciplina eletiva de Astronomia, pertencente ao Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A fundamentação teórica apoiou-se nos eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011). Os dados foram produzidos por meio de observação participante, questionários abertos e produções dos estudantes, sendo analisados à luz da Análise Textual Discursiva. Os resultados sugerem indícios de desenvolvimento da AC, especialmente na ampliação do vocabulário científico e na articulação de conteúdos de diferentes componentes curriculares. A unidade também favoreceu a reflexão crítica sobre as implicações político-sociais e ambientais da atividade científica. Sobre a natureza da ciência (NdC), os estudantes apresentaram compreensões heterogêneas, variando de perspectivas avançadas (como o reconhecimento da cooperação científica) a visões simplistas (como abordagens eurocêntricas e empiristas). Conclui-se que propostas didáticas contextualizadas e interdisciplinares, como a analisada, constituem estratégias relevantes para promover uma educação científica crítica, voltada à formação cidadã. Contudo, elementos da NdC e da abordagem CTS precisam ser tratados de forma explícita em sala de aula.

Palavras-chave:

Educação em Ciências, Alfabetização Científica, Ensino de Astronomia, Natureza da Ciência, Enfoque CTS.

Submetido em

07/04/2025

Aceito em

22/08/2025

Publicado em

29/08/2025

Abstract. This paper presents the results of a qualitative case study that investigated the contributions of a didactic unit (DU) entitled “The Man’s Journey to the Moon” to the promotion of Scientific Literacy (SL) among high school students. The DU was implemented in a private school in the metropolitan region of Porto Alegre, involving 16 first-year high school students in the elective Astronomy course, part of the Science and Technology learning pathway. The theoretical framework was based on the structural axes of SL proposed by Sasseron and Carvalho (2011). Data were collected through participant observation, open-ended questionnaires, and students’ written productions, and analyzed using Discursive Textual Analysis. The results indicate evidence of SL development, particularly in the expansion of scientific vocabulary and the integration of content from different curricular components. The unit also fostered critical reflection on the political, social, and environmental implications of scientific activity. Regarding the Nature of Science (NoS), students showed heterogeneous understandings, ranging from advanced perspectives (such as recognizing scientific cooperation) to simplistic views (such as Eurocentric and empiricist approaches). It is concluded that contextualized and interdisciplinary teaching proposals, such as the one analyzed, are relevant strategies for fostering critical scientific education aimed at citizenship formation. However, aspects related to NoS and the STS (Science-Technology-Society) approach should be addressed explicitly in the classroom.

Keywords:

Science Education, Scientific Literacy, Astronomy Teaching, Nature of Science, STS Approach.

Introdução

A promoção da Alfabetização Científica (AC) no Ensino Médio brasileiro é amplamente defendida por pesquisadores da área da Educação em Ciências como uma diretriz essencial para a formação cidadã dos estudantes, sobretudo em um cenário contemporâneo atravessado por desafios globais, intensificação da desinformação e aceleradas transformações científicas e tecnológicas (Sasseron & Carvalho, 2011). A AC, ao contemplar a compreensão básica de termos e conceitos científicos, as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e aspectos da Natureza da Ciência, busca preparar os estudantes para que se posicionem criticamente diante de temas sociais, ambientais, éticos e tecnológicos, contribuindo para a formação de cidadãos mais autônomos, críticos e participativos (Sasseron & Carvalho, 2011). Neste sentido, a promoção da AC na escola se alinha aos princípios de uma educação científica voltada à emancipação dos sujeitos.

A forma como os estudantes compreendem temas relacionados à ciência pode revelar indícios sobre suas concepções acerca do dinamismo do conhecimento científico, suas transformações ao longo do tempo e suas interações com aspectos sociais, políticos e éticos. No contexto de uma sociedade que prega a sustentabilidade, análises de práticas pedagógicas que abordam essas dimensões evidenciam a possibilidade de favorecer reflexões críticas sobre os impactos de decisões científicas e tecnológicas. Tais discussões, ao emergirem em sala de aula, parecem favorecer a construção de sentidos vinculados à atuação cidadã diante de desafios contemporâneos.

Sasseron e Carvalho (2011) destacam três eixos estruturantes que orientam o desenvolvimento da AC: i) a compreensão básica de termos e conceitos científicos; ii) a compreensão sobre a NdC e os fatores que influenciam sua prática; e iii) o entendimento das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade. Tais dimensões expressam a complexidade da AC e a importância de abordagens didáticas contextualizadas e integradoras, capazes de promover reflexões mais amplas e críticas sobre a ciência e seu papel na sociedade. No contexto dos componentes curriculares eletivos que integram os Itinerários Formativos previstos na Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2018), ainda são escassas as investigações que analisam abordagens didáticas com vistas à promoção da AC. Diante disso, este estudo tem como objetivo: Compreender de que modo uma unidade didática sobre a “Ida do Homem à Lua” ministrada em uma componente eletiva de Astronomia no Itinerário Formativo da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, pode promover a Alfabetização Científica de estudantes do Ensino Médio de uma escola privada de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

O tema foi selecionado por sua natureza interdisciplinar, por oportunizar a discussão acerca da Natureza das Ciências, das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e pela familiaridade e curiosidade demonstrada pelos estudantes sobre a ida do Homem à Lua.

A pesquisa descrita neste trabalho é de natureza qualitativa e delineada como um estudo de caso, e fundamenta-se teoricamente na perspectiva de AC proposta por Sasseron e Carvalho (2011). Os dados produzidos foram analisados à luz da Análise Textual Discursiva (ATD)

(Moraes & Galiuzzi, 2016). Com isso, este estudo visa a contribuir para o debate acerca das potencialidades de práticas pedagógicas interdisciplinares no desenvolvimento da AC no contexto do Ensino Médio.

Além desta introdução, o artigo está organizado em seis seções. A segunda seção apresenta uma revisão conceitual sobre Alfabetização Científica, em especial os eixos estruturantes da AC preconizados por Sasseron (2008) e utilizados como referencial teórico neste trabalho. Na terceira seção, descreve-se a unidade didática “A Ida do Homem à Lua”, contextualizando sua elaboração e aplicação. A quarta seção aborda os procedimentos metodológicos, incluindo o delineamento da pesquisa, os instrumentos de produção de dados e o método de análise. A quinta seção apresenta e discute os resultados obtidos. Por fim, a sexta seção contém as considerações finais, destacando as principais contribuições da pesquisa e apontando possibilidades para investigações futuras.

Alfabetização Científica

Na literatura internacional, diferentes expressões são empregadas para designar às preocupações com a formação crítica e cidadã dos estudantes em relação à ciência, como *Alfabetización Científica* (língua espanhola); *Scientific Literacy* (língua inglesa) e *Alphabétisation Scientifique* (língua francesa). No Brasil, essa diversidade de termos repercute na coexistência das expressões “Letramento Científico”, “Alfabetização Científica” e *Enculturação Científica* (Sasseron & Carvalho, 2011).

O letramento científico refere-se a práticas sociais que envolvem o uso da linguagem escrita em contextos específicos, com foco no desenvolvimento de competências para aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos no cotidiano (Kleiman, 1995; Pereira & Teixeira, 2015). Já o conceito de “Alfabetização Científica” é bastante discutido (Auler & Delizoicov, 2001), contudo, tem-se como ponto comum que o cidadão alfabetizado cientificamente deve compreender processos científicos e ter a capacidade de analisar criticamente informações, principalmente, sobre ciências e tecnologia (Sasseron & Carvalho, 2011), e, também, entender debates públicos sobre essas questões (Hazen & Trefil, 1995). Dutra et al. (2017, p. 58), entendem que “a Alfabetização Científica representa um conjunto de conhecimentos científicos e tecnológicos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem, para assim compreendê-lo e transformá-lo”. Dessa forma, esses autores convergem com Paulo Freire, pois, para ele, o conceito de “alfabetização” reside na possibilidade de transformar o mundo, uma vez que o processo de alfabetização pode “escrevê-lo” ou “reescrevê-lo”, podendo transformá-lo por meio de uma prática consciente (Freire, 2005).

Neste trabalho, optou-se pelo uso da expressão Alfabetização Científica por sua maior amplitude conceitual, que envolve não apenas o domínio de práticas discursivas, mas também a compreensão crítica de conceitos, processos, valores e implicações sociais da ciência. Trata-se de uma perspectiva que ultrapassa a dimensão técnica da linguagem para abarcar aspectos formativos mais amplos, como a capacidade de tomar decisões informadas, participar de debates públicos e compreender as relações entre ciência, tecnologia e

sociedade. Assim, a noção de Alfabetização Científica adotada neste estudo aproxima-se da concepção freiriana, ao compreender o ensino de ciências como um espaço para a formação de sujeitos críticos e transformadores da realidade. O uso desta expressão também se justifica por considerá-la mais alinhada à tradição teórica consolidada no campo da Educação em Ciências no Brasil, particularmente a partir da proposta de Sasseron e Carvalho (2011), cujos três eixos estruturantes orientam esta pesquisa. Sobre eles, o primeiro eixo é denominado de “Compreensão Básica de Termos e Conceitos Científicos” e contempla a construção e desenvolvimento de vocabulário e na compreensão de conceitos fundamentais nas áreas científicas do conhecimento. Objetiva, com isso, que o estudante não apenas memorize termos, mas também compreenda seus significados e seja capaz de realizar aplicações práticas.

O segundo eixo envolve a “Compreensão da Natureza da Ciência e dos Fatores que influenciam sua Prática” e diz respeito à compreensão de que a ciência é uma atividade humana, sujeita a influências políticas, sociais, econômicas, religiosas e culturais. Compreende, também, como a ciência se desenvolve ao conhecer seus processos e métodos, como: formulação de teorias, coleta de dados, revisão de conceitos e a importância de fatos concretos (evidência empírica). Além disso, esse eixo estruturante visa a compreensão de que a Ciência não é absoluta e definitiva, mas sim provisória, sendo um processo de construção de conhecimento utilizando as melhores evidências disponíveis em cada época. Tendo isso, esse eixo se preocupa não só com a percepção da Ciência, mas também do entendimento sobre a Ciência.

O terceiro eixo estruturante refere-se ao “Entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”, consistindo na reflexão e na conscientização dos impactos sociais e ambientais consequentes do desenvolvimento científico e tecnológico. Inclui-se neste eixo as implicações a longo prazo de decisões relacionadas à Ciência e Tecnologia, a fim de promover um pensamento crítico e responsável acerca desses conhecimentos.

Contexto da pesquisa e descrição da unidade didática: a Ida do Homem à Lua

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi planejada e implementada uma unidade didática (UD) intitulada: “A ida do Homem à Lua”. Ela foi aplicada em uma escola privada da região metropolitana de Porto Alegre, junto a uma turma composta por 16 estudantes da primeira série do Ensino Médio, no âmbito da componente curricular de Astronomia, integrante do Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A UD foi estruturada em seis encontros, cada um com duração de 1h40min (equivalente a dois períodos de aula). De modo geral, os encontros foram organizados em dois momentos: um voltado à reflexão e discussão dos conteúdos, e outro dedicado à produção de dados para análise. Cada encontro tinha uma característica diferente, buscando sempre promover o engajamento dos estudantes por meio de estratégias diversificadas, tais como exibição de

filmes e documentários, realização de júri simulado, apresentação de pesquisas e argumentos, além da socialização de ideias em grupos e coletivamente.

Considerando que a UD está inserida predominantemente no campo da Astronomia, ela se apresenta como uma oportunidade relevante para enfrentar a escassez de conhecimentos considerados fundamentais para os estudantes do Ensino Médio (Marcelino, 2020), bem como para abordar concepções alternativas persistentes nessa área do saber (Langhi, 2011). Tal potencial decorre, em parte, do caráter interdisciplinar inerente à Astronomia, que possibilita o diálogo com distintos campos do conhecimento, tais como Física, Química, Biologia, Matemática, Geografia, Língua Portuguesa e Literatura (Langhi, 2009). Além disso, também é possível explorar as relações CTS, pois inclui a compreensão dos efeitos astronômicos sobre o clima, estações do ano, marés e outros fenômenos terrestres, permitindo um entendimento mais abrangente das ciências naturais. A temática também favorece reflexões de ordem histórica, ao evidenciar como as sucessivas descobertas astronômicas impactaram a construção das visões de mundo ao longo do tempo. Outro fator considerado na escolha do tema “ida do Homem à Lua” para esta pesquisa foi sua possibilidade de contextualização com discussões atuais, especialmente diante das metas e propostas anunciadas por diferentes agências espaciais que projetam, a médio ou longo prazo, a realização de missões tripuladas a Marte. Ainda que tais iniciativas estejam em estágios preliminares e envolvam mais expectativas do que planejamentos consolidados, elas têm reativado o interesse público e midiático por explorações espaciais, oferecendo um contexto relevante para a abordagem em sala de aula. Dessa forma, essa UD também visa a contribuir para o desenvolvimento, por parte dos estudantes, de uma visão crítica e não ingênua sobre as possíveis consequências geopolíticas e socioeconômicas que poderão ser acarretadas nesse novo capítulo da história da humanidade. Tendo isso, enfatiza-se a importância de aspectos da Natureza da Ciência serem apresentados e discutidos de maneira contextualizada (Allchin, 2014). O quadro 1 apresenta a estrutura da UD.

Quadro 1 – Estrutura da UD acerca da Ida do Homem à Lua

	Temática	Recursos metodológicos
Encontro 1	A História da Observação da Lua	Aula expositiva em slides; Filme “Viagem à Lua” (1902) por Georges Méliès.
Encontro 2	A Corrida Espacial	Vídeo “Guerra Fria - EUA vs URSS” (2016) por Canal Nostalgia.
Encontro 3	Organização do Júri Simulado	Roteiro do júri simulado impresso.
Encontro 4	Fake News: o ser humano pisou na Lua?	Cartolinas e imagens impressas correspondentes aos argumentos negacionistas sobre a Ida do Homem à Lua.
Encontro 5	Júri Simulado: A ida do Brasil à Lua	Cronômetro para as argumentações.
Encontro 6	Reflexões sobre a UD	Papel, cartolina e canetinhas.

Fonte: os autores (2025)

No primeiro encontro, o conteúdo foi introduzido por meio de uma exposição dialogada, apoiada por slides que abordavam conceitos fundamentais sobre a Lua, como sua origem, fases, movimentos e influências na Terra. Em seguida, o debate direcionou-se para a história

da observação lunar, com destaque para os desenhos pioneiros de Galileu Galilei, realizados em 1610 com o auxílio de um telescópio. Essas imagens foram contrastadas com fotografias, permitindo uma análise comparativa das técnicas e precisão das representações em diferentes períodos. A segunda parte da aula explorou a intersecção entre ciência e cultura por meio da exibição do filme “Le Voyage dans la Lune” (1902), de Georges Méliès, considerado a primeira obra de ficção científica do cinema, retratando uma fantástica viagem à Lua.

No segundo encontro houve a exibição do documentário “Guerra Fria - EUA vs URSS”, disponível no Canal Nostalgia do YouTube. A escolha desse material deveu-se ao seu caráter dinâmico, combinando elementos visuais e sonoros para manter o interesse dos alunos, além de sua fundamentação histórica, já que o conteúdo foi revisado por especialistas e pelo professor. O documentário abordou diversos aspectos relevantes, como as motivações políticas e científicas por trás da Corrida Espacial, os impactos social e tecnológico desse período, as questões éticas envolvidas nos experimentos com animais e o papel do contexto histórico na construção do conhecimento científico.

Já no terceiro encontro da unidade didática, o foco foi a organização do júri simulado sobre a viabilidade da ida do Brasil à Lua. Segundo Stumpf e Oliveira (2016), o júri simulado envolvendo questões sociocientíficas pode potencializar a argumentação em sala de aula. A turma foi dividida em três grupos, previamente planejados pelo professor (que desempenhou o papel de juiz) considerando as afinidades e características dos alunos. O grupo a favor da ida do Brasil à Lua teve a tarefa de elaborar argumentos de defesa. O grupo contra elaborou argumentos contrários ao projeto. Já o grupo dos repórteres e júri assumiu uma dupla função: enquanto aguardavam o momento de atuar como jurados, produziram materiais jornalísticos sobre o júri simulado, divulgando a atividade.

No quarto encontro da unidade didática, trabalhou-se com a análise crítica de argumentos ditos como negacionistas acerca da ida do homem à Lua. Foram distribuídos cinco argumentos comuns, com ilustrações, utilizados por adeptos de teorias conspiratórias. Os temas abordados incluíram: a qualidade das fotos lunares, a ausência de estrelas no céu das imagens, o movimento da bandeira norte-americana, a falta de uma cratera significativa sob o módulo lunar e a nitidez das pegadas dos astronautas na superfície seca lunar. Cada grupo recebeu um desses argumentos e a pergunta norteadora: “*Você acha o argumento plausível? Por quê?*”. Os estudantes discutiram, em grupos, registrando individualmente suas opiniões antes de chegarem a um consenso coletivo e apresentarem suas conclusões.

No quinto encontro foi realizada a atividade prática de júri simulado, na qual os estudantes debateram a viabilidade de um projeto sobre a ida do Brasil à Lua. A atividade foi organizada em duas etapas principais: um momento de preparação para o debate e a realização efetiva do júri, que durou cerca de 55 minutos, com aproximadamente 40 minutos dedicados às argumentações. Para garantir a dinâmica do debate, o professor utilizou ferramentas digitais, como roletas com os nomes dos estudantes para sortear os participantes (separados entre argumentação e contra-argumentação) e um cronômetro para controlar o tempo das explanações. Cada estudante sorteado tinha dois minutos para apresentar seu argumento,

um minuto para a réplica e mais um minuto para a tréplica. Ao final das discussões, os jurados (representados pelos próprios alunos) votaram e justificaram suas decisões por escrito. O professor, atuando como juiz, leu os votos, resultando na aprovação do projeto por três votos a dois.

Por fim, o sexto encontro da unidade didática sobre a ida do homem à Lua iniciou com o professor, atuando como mediador, instigando um debate que visava a resgatar e consolidar os conhecimentos discutidos nas aulas anteriores. Os estudantes foram incentivados a refletir sobre suas respostas, compartilhando pontos que consideraram mais relevantes, aspectos que não apreciaram e as razões por trás dessas percepções. Em seguida, foi realizada uma atividade interativa por meio de um quiz virtual. Para encerrar, houve uma confraternização na qual os alunos foram convidados a apresentar produções artísticas ou intelectuais relacionadas ao tema da unidade didática.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa descrita neste trabalho é de natureza qualitativa. Bogdan e Biklen (1994, p. 47) apontam algumas características de uma investigação qualitativa como, por exemplo: “deve-se levar em conta contextos e circunstâncias; deve-se fazer uma descrição do que se é sensível, de maneira minuciosa; e o processo é mais importante do que o resultado”. A pesquisa se caracteriza como um estudo de caso (Yin, 2015), uma vez que ela tem como área de atuação um contexto específico e é “[...] usado em muitas situações, para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e relacionados” (Yin, 2015, p. 4).

Os participantes da pesquisa foram 16 estudantes da primeira série do Ensino Médio que estavam cursando a componente curricular de Astronomia do Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias em uma escola privada da região metropolitana de Porto Alegre. Desta forma, o grupo de estudantes se caracterizam como uma mostra intencional.

Com vistas à realização da triangulação dos dados, foram utilizadas como estratégias de produção de dados questionários, produções dos estudantes e observação participante com registros em diário de campo. Os questionários podem conter perguntas abertas e fechadas voltadas a responder o problema da pesquisa (Chizzotti, 2018). Este tipo de coleta, possuindo perguntas abertas “permite que o pesquisador tenha acesso a linguagem e as palavras dos participantes” (Creswell, 2007, p. 207). Os questionários são instrumentos de coleta de dados de baixo custo que, no caso desta pesquisa, continham perguntas abertas. Eles foram impressos previamente aos encontros e respondidos pelos estudantes durante as atividades. A observação participante é uma técnica em que o pesquisador se insere no ambiente estudado, interagindo com os participantes para compreender suas práticas e significados a partir da vivência (Chizzotti, 2018). O Quadro 2 apresenta os instrumentos de produção de dados utilizados em cada encontro da UD.

Como método para analisar os dados produzidos durante a UD “A ida do homem à Lua” foi utilizado a Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes & Galiuzzi, 2016). Esta, por meio de três etapas pré-determinadas, estimula a inserção do pesquisador nas questões de pesquisa, visando a construção de novas compreensões (Moraes & Galiuzzi, 2016).

Quadro 2 – Instrumentos de coleta e procedimentos/cronologia acerca da UD ministrada durante o período de outubro e novembro de 2024.

Encontro	Instrumento de Coleta	Procedimentos
Encontro 1	Observação Participante	Observação semanal das aulas da UD na 1ª série do EM.
	Questionário 1	Aplicado aos estudantes após a aula expositiva em slides.
	Questionário 2	Aplicado aos estudantes após a exibição do filme “Le Voyage dans la Lune” (1902) de Georges Méliès.
Encontro 2	Observação Participante	Observação semanal das aulas da UD na 1ª série do EM.
	Questionário 3	Aplicado aos estudantes após a exibição do documentário “Guerra Fria - EUA vs URSS” (2016) do Canal Nostalgia.
Encontro 3	Observação Participante	Observação semanal das aulas da UD na 1ª série do EM.
	Fórum da turma disponível na plataforma didática online adotada pela escola.	Acesso disponibilizado aos estudantes após a definição dos grupos.
Encontro 4	Observação Participante	Observação semanal das aulas da UD na 1ª série do EM.
	Cartazes produzidos pelos estudantes.	Elaboração dos argumentos, construção de cartazes e apresentação realizada após a definição dos grupos.
Encontro 5	Observação Participante	Observação semanal das aulas da UD na 1ª série do EM.
	Gravação de áudio.	Após a organização do espaço físico para iniciar o júri simulado.
Encontro 6	Observação Participante	Observação semanal das aulas da UD na 1ª série do EM.
	Quiz virtual	Após a reflexão sobre os conhecimentos debatidos nos encontros anteriores.
	Produção de cartolinas e maquetes.	Produção realizada no momento final da UD, após o Quiz Virtual.

Fonte: os autores (2025)

A primeira etapa da ATD é a unitarização. Ela inicia pela análise minuciosa do corpus dos textos a partir da imersão do pesquisador e compreensão geral das ideias que ele possui. O corpus é fragmentando em unidades de sentido (US) condizentes com o fenômeno observado (Moraes & Galiuzzi, 2016). A segunda etapa é a categorização, na qual as US são agrupadas por similaridade em, no caso desta pesquisa, categorias finais definidas a priori e que correspondem aos três eixos estruturantes da AC definidos por Sasseron e Carvalho (2011). Já a terceira etapa é a elaboração dos metatextos, chamada de “comunicação do novo emergente” (Moraes & Galiuzzi, 2016, p. 116), na qual os autores fazem uma interpretação a fim de construir uma compreensão dos textos e produzir novos conhecimentos. Moraes e Galiuzzi (2016) preconizam que a construção do metatexto deve ser feita em conjunto com as categorias finais para contribuir com a argumentação do pesquisador, sugerindo ser “uma forma de atingir descrições e interpretações válidas dos fenômenos investigados” (Moraes & Galiuzzi, 2016, p. 118). Dessa forma, se pontua a originalidade e interpretação em realizar os

entrelaçamentos entre a fundamentação teórica e a ATD, visando-se o processo da construção de conhecimento e permitindo uma estrutura argumentativa consistente.

Por fim, salienta-se que a triangulação de dados prevista no estudo de caso foi realizada durante o processo da ATD, uma vez que o corpus unitarizado e categorizado foi constituído pelas respostas aos questionários, pela transcrição do áudio do encontro destinado ao júri simulado, pelas produções dos estudantes e anotações no diário de campo referente à observação participante.

Resultados e discussão

O processo de unitarização gerou 388 US que foram distribuídas em três categoriais finais a priori que correspondem aos três eixos estruturantes de AC (Sasseron & Carvalho, 2011) e que são apresentadas a seguir. Para a melhor organização da escrita dos metatextos, algumas categorias finais foram estruturadas em subcategorias.

Categoria Final 1: Compreensão Básica de Termos e Conceitos Científicos

A Categoria Final 1: “Compreensão Básica de Termos e Conceitos Científicos” é constituída por 66 US convergentes ao respectivo eixo estruturante de AC (Sasseron & Carvalho, 2011). Em vista disso, as US que constituem esta categoria final apresentam características como a construção de vocabulário e compreensão de termos e conceitos fundamentais em diversas áreas científicas. Elas também envolvem os seus significados contextuais e aplicações práticas, e não apenas a memorização de termos (Sasseron, 2008).

Os Estudantes 4 e 10 evidenciaram, em suas argumentações sobre o filme de curta duração apresentado na Aula 1 “Le Voyage dans la Lune (1902) - Georges Méliès”, um vocabulário científico. Na ocasião, o Estudante 4 argumenta sobre o: “Bioma da lua, achei interessante a vegetação ser composta apenas por fungos (funghi reino) creio eu, propícios a climas frios.” (Estudante 4). O Estudante 10 argumenta que:

O cenário da Lua apresentado no filme é hipotético e exagerado, apesar de que não havia conhecimento sobre o assunto, ele retrata ficcionalmente, sem compromisso com a realidade ao trazer o satélite como um corpo similar à Terra, com vida própria (ecossistema). (Estudante 10)

A partir dos elementos apresentados nessas US, pode-se inferir que os estudantes contemplam aspectos essenciais deste respectivo eixo estruturante. Nos recortes discursivos transcritos, identificam-se o emprego de termos científicos sobre o “conteúdo” de componentes curriculares, como elementos estudados em biologia, no caso das palavras: “bioma”, “funghi” e “ecossistema”.

Contudo, para além de decorar palavras, fica evidente a compreensão dos estudantes sobre os conceitos estudados, uma vez que o Estudante 4 relaciona o conhecimento que ele possui sobre a temperatura da Lua (apresentada na parte expositiva da primeira aula) com o conhecimento sobre fungos (possivelmente trabalhado no componente curricular de Biologia). O estudante, além de utilizar uma expressão científica adequada (bioma),

conseguiu identificar, por meio das imagens, a vegetação lunar apresentada no filme, argumentando que ela estaria ali devido ao clima frio lunar. Ademais, apresenta-se a compreensão de termos quanto ao método científico, como a compreensão e utilização da palavra “hipotético”. Neste caso, verifica-se que a estratégia de exibição do filme facilitou que os estudantes relacionassem conteúdos de diferentes componentes curriculares, reforçando a potencialidade interdisciplinar da Astronomia já destacada por Langhi (2009).

O aspecto interdisciplinar também esteve presente em outras situações da UD. Em um dos momentos de reflexão durante o sexto encontro, o professor incentivou que os Estudantes pensassem se a Ciência está presente no cotidiano. Na ocasião, o Estudante 4 argumentou que: “No nosso dia a dia vemos vários momentos nos quais as ciências interferem, como, a química, respiramos oxigênio (O) liberamos hidrogênio (H), os carros produzem dióxido de carbono (CO₂) e outros exemplos”. Dessa forma, o Estudante 4 apresenta o conhecimento de conteúdos da componente curricular de Química e os relaciona com sua vida, demonstrando, também, um raciocínio lógico. Essa compreensão de termos e conceitos científicos quanto a situações cotidianas que permeiam a realidade do estudante contempla o respectivo eixo estruturante que dá nome a essa categoria final (Sasseron & Carvalho, 2011).

Também foram identificadas US que demonstram o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes tendo como fundamentação a compreensão de termos e conceitos científicos. Um exemplo f as argumentações explicitadas durante a atividade sobre as *fake news* que tentam justificar que o ser humano não foi à Lua. Nela foi possível identificar que os estudantes fazem uso de conceitos científicos articulados às situações ilustradas nas fotos e nos vídeos para refutarem os argumentos empregados por aqueles que tentam convencer a população de que a ida do homem à Lua foi uma farsa. O estudante 7, por exemplo, enuncia que: “Acredito que o argumento está equivocado, pois a luz que atinge a câmera é mínima e por isso as estrelas não aparecem” para refutar o argumento negacionista que afirma que as imagens da Lua são falsas porque não aparecem estrelas ao fundo delas. O Estudante 10, referente ao argumento de que o vídeo da chegada do Homem à Lua é falso por não levantar a poeira esperada durante a aterrissagem dos astronautas, argumenta: “A tensão molecular entre o pó lunar somado à gravidade deveriam ser respectivamente altas e por isso devem ter causado o pouco movimento do pó”. Não obstante, tem-se a argumentação do Estudante 16 de que a ida da humanidade à Lua foi uma farsa porque a bandeira dos EUA estava trêmula na foto e não existe vento na Lua: “Não é plausível, pois o modo pelo qual a bandeira foi cravada na Lua pode ter feito ela ficar trêmula na foto” (Estudante 16).

Essas argumentações apresentam uma compreensão do conteúdo que supera a simples memorização de termos, uma vez que os estudantes relacionam aplicações de conceitos científicos com situações práticas. Esse aspecto converge aos preceitos do primeiro eixo estruturante elaborado por Sasseron e Carvalho (2011), pois, segundo a autora, os estudantes devem possuir os “conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas” (p.65). A constatação da contemplação do respectivo eixo estruturante da AC proveniente da discussão acerca das *fake news* sobre a ida do homem à Lua vai ao encontro do que afirma Krupczak (2020). O autor preconiza que episódios de

controvérsias sociocientíficas podem contribuir com a promoção da AC desde que as estratégias de ensino utilizadas “coloquem o aluno como protagonista e que contribua para a construção de conhecimentos, articulada com a formação para a cidadania” (Krupczak, 2020, p. 2). Narasimhan (2001, p. 299, tradução nossa), define controvérsia científica como sendo uma “disputa conduzida de forma pública e persistentemente mantida sobre uma questão de crença considerada significativa por um certo número de cientistas”. Uma controvérsia científica se inicia quando cientistas entram em desacordo perante a comunidade científica, na qual esta pode julgar os méritos de cada posição (Junges & Massoni, 2018). Considerando a concepção dos autores, a ida do Homem à Lua não pode ser considerada como tal, pois este fato histórico é um consenso na comunidade científica. Apesar da ida do homem à Lua não ser uma controvérsia científica, ela é um tema socialmente controverso, pois existem negacionistas que propagam essa desinformação. Tendo isso (e a ciência de que outras desinformações também são socializadas), pontua-se a importância do desenvolvimento do senso crítico na formação de uma pessoa, sendo essa uma “das preocupações consideradas na proposição da AC” (Sasseron, 2008, p. 12).

Neste sentido, entende-se que a proposta investigada no quarto encontro: “Fake News: O ser humano pisou na Lua?” propiciou o protagonismo sugerido por Krupczak (2020), uma vez que os estudantes elaboraram argumentos cientificamente sustentáveis. Esse tipo de atividade contribui para o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes, oportunizando que eles se familiarizem com a importância de refletir cientificamente sobre (des)informações apresentadas. Ademais, o uso deste episódio histórico em específico evidencia o seu potencial pedagógico, como preconizado por Lang (2019).

Outro exemplo da característica interdisciplinar que a Astronomia pode proporcionar em sala de aula foi identificada na US do Estudante 7. Durante a atividade do júri simulado ele argumentou que “o nosso território é um dos mais importantes, pois se localiza na linha do equador, onde se tem uma grande vantagem para se mandar objetos para fora, no espaço.” (Estudante 7). Essa US contém, além de conhecimentos geográficos e geopolíticos, elementos da Física. Ressalta-se que o Estudante 7 possui compreensão sobre a importância dos fatos por ele expostos, indicando não ser um conhecimento memorizado, uma vez que demonstra compreender que próximo ao equador o raio terrestre é maior, fato que facilita atingir a primeira velocidade cósmica, por exemplo.

De forma geral, esta categoria final ressaltou o caráter interdisciplinar que as atividades propostas permitiram. Identificou-se que os estudantes relacionaram conhecimentos das componentes curriculares de Química, Física, Biologia e Geografia em situações do dia a dia, corroborando a constatação de Langhi (2009) sobre o potencial interdisciplinar da Astronomia. Esta, por sua vez, proporcionou reflexões e discussões que incentivaram a elaboração de argumentações que relacionaram esses conteúdos específicos com o que estava sendo trabalhado na UD e “aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia” (Sasseron, 2008, p. 65). Além disso, tem-se indícios de que as atividades propostas também contribuíram para o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes.

Categoria Final 2: Compreensão da Natureza das Ciências e dos fatores que influenciam sua prática

A Categoria Final 2 “Compreensão da Natureza da Ciência e dos fatores que influenciam sua prática” é constituída por 283 US convergentes a esse respectivo eixo estruturante de AC (Sasseron & Carvalho, 2011). Essa categoria final é formada por duas subcategorias, a saber: “Percepções sobre a Construção do Conhecimento Científico” e “Percepções sobre a Neutralidade na Ciência”.

Aspectos apresentados nessa categoria final contemplam elementos acerca da Natureza da Ciência (NdC). Azevedo e Scarpa (2017) e Moura (2014) apontam que apesar desse termo apresentar uma componente importante para o Ensino de Ciências, o seu conceito é ainda bastante discutido atualmente, existindo diversas abordagens possíveis. Moura (2014, p.33) entende que a NdC, em uma perspectiva mais ampla:

[...] envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência. Compreender a natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada.

O desenvolvimento do senso crítico e de reflexão por parte dos estudantes foi um dos objetivos da UD. Isso pode ocorrer também por meio de uma compreensão acerca da NdC, uma vez que, como afirmam Azevedo e Scarpa (2017, p. 579), “o entendimento sobre ciências pode contribuir para a tomada de decisões do cidadão contemporâneo”. Dessa forma, estudos sobre a NdC irão dialogar com as subcategorias que constituem essa categoria final.

A subcategoria 2.1: “Percepções sobre a Construção do Conhecimento Científico” emerge a partir da compreensão individualista e elitista da construção do conhecimento científico. Dessa forma, os Estudantes 1, 3 e 6 apresentaram, durante a atividade do júri simulado envolvendo o debate sobre a aprovação do projeto acerca da ida do Brasil à Lua, uma imagem deformada do trabalho e da construção do conhecimento científico (Gil-Pérez et al., 2001):

A maioria dos nossos conhecimentos não são nossos [...] as outras áreas (além da espacial) também deveriam ter essa atenção de adquirir os nossos próprios conhecimentos.” (Estudante 1)

O Brasil indo para a Lua iria trazer mais informações próprias feitas por nós mesmos [...] O Brasil ir para a Lua traria mais informação e benefícios. Tendo nossas próprias informações, *não dependendo de informações de outros países como os EUA* [ênfase adicionada]. (Estudante 3)

A ida do Brasil à Lua seria importante porque existem coisas que a gente nem sabe se são verdadeiras ou não.[...] O Brasil deveria ir à Lua porque tudo o que a gente conhece sobre a Lua *é o que os outros países falaram, a gente não tem conhecimento próprio* [ênfase adicionada]. (Estudante 6)

Os trechos em *itálico* nas US remetem a uma visão eurocêntrica de ciência, na qual o conhecimento científico válido é o europeu/estadunidense (Pinheiro, 2019). Em geral, o conhecimento científico é democratizado, uma vez que a socialização dele é um aspecto importante até mesmo para sua validação. Em contrapartida, muitas vezes conhecimentos

tecnológicos são mantidos em confidencialidade. As US acima não explicitam qual tipo de conhecimento (científico ou tecnológico) os estudantes estão se referindo. Especula-se tratar do conhecimento científico, uma vez que majoritariamente a tecnologia é vista apenas pelo seu aspecto técnico e instrumental, pois geralmente as dimensões organizacionais e culturais da prática tecnológica são omitidas (Santos & Mortimer, 2000). Partindo dessa premissa, constata-se uma imagem ingênua da construção do conhecimento científico (Gil-Pérez et al., 2001), pois os estudantes não apresentam o entendimento de coletividade científica e de que o conhecimento é obtido por meio de uma construção histórica. Contudo, ao analisar essas US pelo contexto da UD da Ida do Homem à Lua, pode-se pressupor que os aspectos da Guerra Fria permearam as respostas dos estudantes. No episódio histórico retratado na UD, é proeminente a disputa científica, consequente da disputa política entre os Estados Unidos e a União Soviética. Dessa forma, os recortes discursivos dos estudantes dialogam com Grinspun (1999, p.28) ao defender uma educação que

[...] promova no indivíduo, tanto em termos de desenvolvimento pessoal, quanto em termos do desenvolvimento social, quando ele poderá questionar e posicionar-se, por exemplo, quanto à hegemonia das nações que detêm o poder do conhecimento científico-tecnológico.

Essa competência sobre o senso crítico de informações está presente em uma pessoa alfabetizada cientificamente (Sasseron & Carvalho, 2011), pois ela é capaz de fazer reflexões e análises considerando o contexto antes de tomar uma decisão. Dessa forma, ao não conceber qualquer informação como verdade, essa pessoa evita, também, a propagação de *fake news*.

Em contrapartida, a visão ingênua da ciência apresentada pelas US que não consideram a cooperação científica, não se faz presente no excerto do Estudante 10 referente à discussão e reflexão do segundo encontro acerca da corrida espacial. Nela, identifica-se a concepção de que se houvesse cooperação entre os cientistas, o potencial de desenvolvimento científico e tecnológico seria maior:

No que penso sobre a corrida espacial, sua existência trouxe um incentivo para desenvolvimento tecnológico de ambos os lados que participaram, mas, apesar de servir dessa forma, a falta de cooperação entre eles atrasou-os, sem que pudessem fazer uso do desenvolvimento criado por seus adversários. (Estudante 10)

A percepção sobre a cooperação como sendo um fator de potencialidade para o desenvolvimento científico e tecnológico também é identificado na US que apresenta a conclusão do argumento do Estudante 10: “O fator pior da corrida espacial é a divisão de duas potências políticas e tecnológicas que teria maior desenvolvimento no período juntando forças” (Estudante 10). O Estudante 3 corrobora esse fato ao afirmar: “Eu penso que seja importante para ambos, tanto a União Soviética e os Estados Unidos, mas não deveria ter corrida, pois o importante é que algum cientista chegue até a Lua para pelo menos estudar o local e descobrir coisas novas” (Estudante 3). Essa visão de cooperação entre cientistas para se construir o conhecimento científico é uma percepção positiva da realidade, no qual os fatos históricos desse capítulo da Ciência evidenciam que os próprios governos antagônicos chegaram a cogitar essa cooperação em prol do objetivo final, uma vez que, em geral, os cientistas trabalham de forma colaborativa. Contudo, também existe a competitividade entre

núcleos de pesquisas com concepções distintas, muitas vezes sendo potencializada pela disputa de verbas para pesquisa. Sobre isso, Laudan defende que a coexistência de tradições de investigação e teoria rivais é uma regra para o avanço da ciência (Batista & Peduzzi, 2019).

A subcategoria 2.2 apresenta as “percepções sobre a Neutralidade na Ciência”. Essas percepções emergiram em discussões durante o encontro 6 da UD sobre a influência de fatores externos à ciência no desenvolvimento do trabalho científico. Muitas US traziam questões relacionadas à religião:

[...] pois os cientistas buscam apenas por fatos consolidados, ignorando suas éticas e motivos religiosos. (estudante 5)

[...] em pesquisas feitas na Lua, com pessoas aleatórias sim, porém em pesquisas como essas os cientistas precisam ser imparciais em relação à religião (Estudante 9).

Ciências exatas não podem ser afetadas (visões religiosas e éticas) [...]. (Estudante 6)

De acordo com Moura (2014), essa discussão aponta à concepção equivocada de que o cientista pratica uma ciência neutra, livre de dogmas e paradigmas religiosos, distanciando-os do ser humano comum, que possui crenças e não estão alheios ao mundo ao seu redor. Ademais, algumas US supracitadas destacam o cientista estando acima do bem e do mal, de maneira a não ser necessário levar em consideração aspectos éticos na pesquisa. Essas características se aproximam de uma das imagens deformadas do trabalho científico identificada por Gil-Pérez et al. (2001), apresentando uma neutralidade ingênua e impossível da Ciência, uma vez que as crenças, dogmas e contextos social, econômico, político e outros afetam os:

[...] problemas a serem investigados pelos cientistas, a forma como as suas investigações são desenvolvidas, aquilo que observam (e aquilo que não observam), e a forma como constroem um sentido, ou interpretam, essas mesmas observações (Lederman, 2006, p. 306, tradução nossa).

Em contrapartida, outros estudantes apresentam concepções que indicam compreender que a ciência é influenciada por fatores externos. Alguns exemplos são os excertos abaixo:

[...] muitos dos cientistas que conhecemos hoje tinham ligação com alguma religião, sendo a mais presente a católica apostólica romana. [...] Por isso concluo que sim, muitos cientistas foram afetados pelos dogmatismos da igreja. (Estudante 4)

[...] os cientistas e a pesquisa científica podem ser afetados pelas visões religiosas ou éticas da cultura onde o trabalho é feito” [...] isso ocorre porque as crenças e valores culturais podem influenciar a forma como os cientistas abordam certos tópicos. (Estudante 8)

Além de compreenderem a influência de aspectos religiosos na ciência, como identificado por Breunig et al. (2021), outros estudantes se manifestaram em relação aos aspectos políticos:

A política certamente influenciou a corrida espacial, pois as potências mundiais competiram entre si para demonstrar sua superioridade tecnológica. (Grupo 2: Estudantes 12 e 15)

Ciência é limitada pela política, sempre foi e sempre será. Interesses políticos limitam onde a ciência pode chegar, como superstições religiosas. (Estudante 7)

Sim, para mim a política administra a ciência e qualquer ação de cunho científico tem relação à política por isso [...] Investimentos, prioridades e outros fatores têm influência direta da política à ciência. (Estudante 10)

A política influencia os países na forma de estudar a ciência. Ciências exatas não podem ser afetadas (visões religiosas e éticas) já que estudam fatos e não opiniões. (Estudante 6)

A US elaborada conjuntamente pelos estudantes 12 e 15 explicitam como que a política acaba influenciando no desenvolvimento tecnológico, ao passo que os Estudantes 7 e 10 parecem entender que os aspectos éticos da ciência são regulados pela política. Dessa forma, essas US vão de encontro com a imagem deformada sobre a neutralidade do trabalho científico (Gil-Pérez et al., 2001). Além disso, a concepção de que aspectos políticos influenciam no rumo da ciência se aproxima de uma perspectiva ampliada da AC e tecnológica (Auler & Delizoicov, 2001).

Apesar do Estudante 6 divergir dos estudantes 10 e 7 sobre a influência da religião na ciência, os três concordam acerca da influência política. Isso indica que os estudantes percebem que os cientistas não estão em uma torre de marfim, alheios à sociedade (Martins, 2006). Complementarmente, os estudantes 7 e 10 listam formas pelas quais a política influencia a ciência (interesses políticos, investimentos e prioridades) e, que desta forma podem interferir no desenvolvimento científico (Forato et al., 2011; Bejarano et al., 2019).

Complementarmente, o Estudante 6 entende que a ciência, além de ser influenciada por fatores externos, também influencia esses: “[...] a ciência ajuda a entender a sociedade e assim influenciando a política” (Estudante 6). Neste sentido, o estudante entende que a ciência tanto influencia, quanto é influenciada por fatores externos (neste caso, políticos) (Moura, 2014; Martins, 2006).

Os estudantes 8 e 11, que elaboraram conjuntamente a US abaixo, mostram compreender a relação entre a expansão da política estadunidense com o mútuo desenvolvimento entre a ciência e a tecnologia.

Os impactos seriam o desenvolvimento da tecnologia, o crescimento da política americana entre outros países, e o impulsionamento de novas ideias espaciais e estudos mais avançados. (Grupo 4: Estudante 8 e 11)

Todas as US apresentadas explicitam que a Ciência e a Tecnologia são constituintes da sociedade, sendo essas influenciadas e influenciadoras por fatores políticos, religiosos, econômicos, sociais e outros (Moura, 2014). Essa percepção é tida como não sendo uma visão deformada do trabalho científico, pois ela considera uma visão contextualizada entre as complexas relações CTS (Gil-Pérez et al., 2001).

Além de ser influenciada por fatores externos, a ciência também pode ser condicionada por aspectos internos (como recursos tecnológicos disponíveis, disputas entre grupos de pesquisa e técnicas de pesquisa utilizadas). Neste sentido, uma das visões deformadas de ciência citadas por Gil-Pérez et al. (2001) é a concepção empírico-indutivista e atórica. Essa concepção parte do pressuposto que a observação realizada pelo cientista é neutra, não sendo motivada por ideias apriorísticas, hipóteses e teorias prévias. Relacionada a essa visão está a concepção rígida de ciência (Gil-Pérez et al., 2001) que remete a ideia de que a ciência

funciona de forma algorítmica, seguindo um único, rígido e infalível método científico (Moura, 2014). Esses aspectos são identificados nas US abaixo).

[...] os cientistas não agem de acordo com a religião e sim pelo método científico e com dados certos. (Estudante 16)

A ciência tem seus focos de estudo direcionados por fatores externos, mas acredito que seus resultados sejam de acordo somente com os fatos (Estudante 10).

[...] pois os cientistas buscam apenas por fatos consolidados, ignorando suas éticas e motivos religiosos. (estudante 5)

Ciências exatas não podem ser afetadas (visões religiosas e éticas) já que estudam fatos e não opiniões. (Estudante 6)

O termo “método científico” juntamente com “fatos” e “dados certos”, necessitam de atenção, pois de acordo com Bunge (1980, apud Gil-Pérez et al., 2001, p.136): “A expressão (método científico) pode induzir a crença de que o método consiste num conjunto de receitas exaustivas e infalíveis...” levando à concepção de que a ciência é algo exato e não falseável. A compreensão dos estudantes acerca da existência de um único método científico e que todos os cientistas o utilizam desconsidera a criatividade deles e as especificidades de cada área das ciências, na qual, por exemplo, um astrônomo, um químico e um geólogo utilizam métodos e técnicas distintas (Martins, 2015). Apesar de existirem semelhanças entre esses métodos, como as observações e a importância das constatações empíricas, “não há uma única maneira de se fazer ciência (portanto, não há método científico universal passo-a-passo)” (McComas, 1998, p. 6, tradução nossa).

A imagem empirista, de acordo com Harres (1999), é predominante perante as demais percepções de ciência no ambiente escolar. Os professores são um possível motivo para contribuir com que os estudantes possuam essa imagem do cientista e das ciências, pois eles também a possuem, principalmente os mais antigos (Harres, 1999). De acordo com Mellado e Porlán (1997, 1989), independentemente da estratégia de ensino utilizada em sala de aula, os professores parecem apresentar uma concepção empirista sobre a NdC, envolvida em uma concepção racionalista de se ter acesso a ela. Esses autores corroboram a conjectura sobre um modelo didático absolutista que integra racionalismo e empirismo (Toulmin, 1977). Com isso, pode-se compreender esse como um possível motivo para a recorrência dessas concepções pelos estudantes.

A percepção sobre a ciência possuir a necessidade de fatos concretos em uma visão predominantemente empirista na construção do conhecimento científico foi muito manifestada pelos estudantes durante a UD sobre a ida do Homem à Lua. Contudo, ela visou a não contribuir com essa percepção, pelo contrário, buscou-se apresentar uma visão mais coerente da Ciência e dos processos científicos ao se instigar reflexões acerca deles. Esse fenômeno vai ao encontro do preconizado por Allchin (2014) de que a NdC deva ser abordada de uma forma mais explícita em sala de aula. Segundo o autor, isso possibilita uma reflexão mais eficiente sobre as percepções científicas, contribuindo assim com o processo de desconstrução da visão predominantemente empirista da Ciência dos estudantes e colaborando com a visão da ciência como um empreendimento humano que envolve “as

atitudes e crenças desses cientistas, os processos que eles usam, a comunidade da ciência” (Irez, 2006, p. 1114, tradução nossa).

Considerando-se todos os elementos apresentados a partir da análise das US constituintes da Categoria Final 2, constatam-se indícios da contemplação de um amplo espectro de compreensões acerca do respectivo eixo estruturante de AC (Sasseron & Carvalho, 2011). A autora preconiza, por meio deste eixo estruturante, a pertinência dos estudantes terem contato com aspectos relacionados ao trabalho do cientista e suas contribuições para a sociedade. Ressalta-se que muitas das concepções dos estudantes acerca da Ciência não são fidedignas. Com isso, evidencia-se a importância de se trabalhar de forma explícita os aspectos da NdC em sala de aula, refletindo sobre pontos essenciais como: a compreensão do trabalho e crenças do cientista, o entendimento sobre o conhecimento científico e a concepção de que a Ciência é uma construção humana sujeita a influências políticas, ambientais, tecnológicas e outras.

Categoria Final 3: O Entendimento das relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

A Categoria Final 3 “O entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente” é constituída por 112 US convergentes a esse respectivo eixo estruturante da AC (Sasseron & Carvalho, 2011). De acordo com Sasseron (2008), trabalhar esse eixo na escola é necessário quando se almeja um futuro sustentável para a sociedade e o planeta. Esta categoria final é constituída por duas subcategorias, a saber: “Impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento das Ciências e da Tecnologia” e “Relações Políticas e Implicações Socioeconômicas consequentes das Ciências e Tecnologia”.

As complexidades dessa Categoria Final vão ao encontro de compreensões encontradas na literatura acerca do enfoque CTS. O enfoque CTS são observados desde 1970, tendo sua origem nas correntes de pesquisa em filosofia e sociologia da Ciência (Pinheiro, 2007). De acordo com Pinheiro (2007), esse enfoque serviu para fundamentar e elaborar currículos relacionados às ciências de diversas nações, enfatizando a alfabetização em ciências e tecnologia, sendo estas integradas ao contexto social. Dessa forma, o autor converge com Rubba e Wiesenmayer (1988), pois para estes a integração entre CTS visa a formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de promover e realizar ações responsáveis. O enfoque CTS também tem como objetivo alcançar a independência intelectual e o pensamento crítico (Aikenhead, 1987). Neste sentido, Bazzo (1998, p. 34) sugere que

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

Dessa forma, a compreensão das relações CTS é crucial para a AC na Educação Básica. Conforme Aikenhead (2009), o ensino de ciências tradicionalmente foca em uma elite, negligenciando a maioria dos alunos que não se veem como futuros cientistas ou engenheiros.

O movimento CTS, no entanto, busca preparar cidadãos críticos e responsáveis para um mundo cada vez mais moldado pela ciência e tecnologia, enfatizando as dimensões humanas e sociais da prática científica e suas consequências. Essa abordagem visa a desenvolver nos estudantes a capacidade de atuarem como cidadãos e bem informados em um mundo crescentemente influenciado pela ciência e tecnologia, o que requer a compreensão das interações entre ciência, tecnologia e sociedade (Aikenhead, 2009). Segundo o autor, a relevância dos conteúdos orientados pela perspectiva CTS está em estabelecer conexões entre a ciência, os valores humanos e as questões de ordem pessoal e social, conferindo maior significado ao aprendizado e favorecendo a preparação dos estudantes para enfrentar os impactos sociopolíticos da ciência em suas vidas cotidianas.

Assim, a ênfase dos elementos apresentados e suas implicações a longo prazo estão presentes nas US, convergindo com o preconizado pelo eixo estruturante dessa respectiva Categoria Final.

A subcategoria 3.1: “Impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento Científico e Tecnológico” indica as percepções dos estudantes acerca das relações entre o Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Sociedade.

No encontro 6 da UD o Estudante 10 afirma crer que o meio ambiente é o foco principal do estudo das ciências: “[...] acredito que o meio-ambiente seja o principal objeto de estudo da ciência e, por isso, seus resultados são direcionados ao mesmo” (Estudante 10). Neste sentido, o Estudante 10 indica não compreender as diferenças entre “natureza” e “meio-ambiente”, pois segundo Ribeiro e Garcia (2013, p. 71), a natureza “trata-se de uma realidade oferecida ao conhecimento e passível de pensamento, mas que dele independe” ao passo que meio-ambiente refere-se aos “fenômenos que entram efetivamente em relação com um organismo particular”.

A US do Estudante 11 também traz essa concepção:

O meio-ambiente é a própria ciência, é de lá que descobrimos coisas importantes, é de lá que a gente consegue viver em segurança, através dos estudos da ciência com o meio-ambiente.
(Estudante 11)

Além desse elemento, o excerto do Estudante 11 apresenta uma concepção espontânea a respeito da Ciência, classificada por Goldschmidt (2014, p. 151) como “cuidado com o meio ambiente ou sinônimo de natureza”. Para o autor (2014, p.151), essa concepção apresenta uma ideia reducionista da Ciência, pois os estudantes: “não associam a Ciência aos aspectos ligados à natureza, mas a confundem como sendo a própria natureza”. Ao fazerem essa confusão, possivelmente os estudantes também têm dificuldade em perceber a ciência como uma construção humana.

Por fim, o Estudante 11 apresenta uma visão positivista e salvacionista da Ciência, estando relacionada ao bem-estar social (Kubiak, 2020). Neste sentido, o estudante acredita que a ciência e a tecnologia “[...] necessariamente conduzem ao progresso e [que] Ciência e Tecnologia são sempre criadas para solucionar problemas da humanidade, de modo a tornar a vida mais fácil.” (Auler & Delizoicov, 2001, p. 125).

Durante a discussão acerca da exploração espacial, no segundo encontro, o Estudante 3 demonstrou uma compreensão mais coerente e complexa sobre as relações CTS, mas também uma visão salvacionista da Ciência:

Porque a exploração espacial não só trouxe mais conhecimentos sobre o que existe fora da Terra como também facilitou a vida por aqui. Muitas das tecnologias e invenções criadas para serem usadas por astronautas ou em naves e sondas ganhavam versões muito úteis para o nosso dia a dia. (Estudante 3)

Grande parte das US relacionadas aos entendimentos da relação entre o meio ambiente e a ciência apontam preocupações quanto ao aquecimento global. As US que serão apresentadas a seguir foram advindas das reflexões ao longo da UD e, principalmente das discussões do júri simulado, momento no qual os estudantes levantaram a questão quando argumentaram sobre os poluentes da possível missão à Lua. Essa preocupação quanto ao aquecimento global por parte dos estudantes é um dos principais pontos levantados pelo enfoque CTS. De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas¹ (IPCC), o aumento da temperatura média mundial está gerando severas consequências ambientais, como condições climáticas extremas e o aumento do nível do mar devido ao descongelamento das calotas polares. Além dos danos ambientais em relação à fauna e à flora mundiais, tem-se prejuízos em questões socioeconômicas, uma vez que, por exemplo, condições climáticas extremas podem devastar plantações. O Estudante 10 acredita: “que a ciência e a tecnologia sejam quase que o único fator a potencializar e/ou diminuir o problema do aquecimento global porque elas causam isso.” (Estudante 10). O Estudante 10 parece transferir a responsabilidade de um problema que é de toda a sociedade apenas para a ciência e a tecnologia (Thuillier, 1989). Contudo, o Estudante 10 apresenta uma visão coerente acerca das relações CTS, não apresentando a concepção “salvacionista” destas (Kubiak, 2020), uma vez que entende que a Ciência e a Tecnologia não apenas trazem benefícios à humanidade.

Neste mesmo sentido, o grupo 2, formado no encontro 3 da UD pelos Estudantes 12 e 15, compreendem que a ciência e a tecnologia também podem trazer malefícios: “Os aspectos negativos da corrida espacial são os altos custos, militarização do espaço e desigualdade socioeconômica” (Grupo 2: Estudante 12 e 15). Possuindo uma visão similar, o Estudante 4 tece pontos negativos acerca das relações CTS envolvendo a corrida espacial, debatida no encontro 2 da UD: “poluição lunar, lixo no mar, morte dos animais, poluição terrestre e emissão de carbono [...]” (Estudante 4). As US supracitadas remetem a uma visão não neutra do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, de maneira que este nem sempre.

[...] deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua. Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam. O progresso científico e tecnológico não coincide necessariamente com o progresso social e moral. (Auler & Delizoicov, 2001, p. 125)

Já a discussão trazida pelas seguintes US advindas dos Estudantes 4, 6 e 9, também ao longo do encontro 2 da UD, apresentam um maior espectro de fatores envolvidos:

¹Ver: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/ciencia_do_clima/painel_intergovernamental_sobre_mudanca_do_clima.html. Acesso em: 22 de ago. 2025.

[...] com o tempo a ciência vem evoluindo tanto para o bem quanto para o mal. (Estudante 4)

Pode potencializar e diminuir (aquecimento global), depende de como a tecnologia e as ciências estão sendo usadas. Como as usinas, elas aumentam muito (aquecimento global) (Estudante 6).

Sim, a ciência pode tanto potencializar quanto diminuir o aquecimento global e a poluição. Porém muitas pessoas não possuem essa conscientização. (Estudante 9)

A US do Estudante 4 compreende uma das dimensões acerca da neutralidade da Ciência-Tecnologia (Auler & Delizoicov, 2001). Segundo o autor, essa dimensão, consagrada pelo senso comum, afirma que a Tecnologia não é boa e nem ruim, sendo dependente da forma com que é utilizada. Também, o trecho “tanto para o bem quanto para o mal” (Estudante 4) pressupõe de forma implícita, a compreensão da existência de um bom e mal universais (Auler & Delizoicov, 2001). Os argumentos sobre a importância quanto às formas de utilização da Ciência e da Tecnologia apresentados nessas US ponderam que elas podem frear o avanço do aquecimento global. Contudo, o Estudante 9 comenta sobre a conscientização das pessoas para a diminuição não só do aquecimento global, mas também da poluição. O argumento da necessidade de conscientização é corroborado pelas US a seguir, nas quais complementam que, além da conscientização, é necessário a ação das pessoas: “É importante lembrar que somente esses dois fatores (ciência e tecnologia) não irão resolver esse problema (aquecimento global), é uma ação conjunta de todos” (Estudante 16) e “É necessário um esforço em conjunto e ação coletiva para enfrentar os desafios da poluição e aquecimento global.” (Estudante 8).

Segundo o IPCC, o agronegócio e a pecuária são os grandes responsáveis pela poluição e, consequente amplificação do aquecimento global, sendo esse fato não abordado muitas vezes em sala de aula. Os estudantes apresentam o entendimento de que, apesar da Ciência e da Tecnologia possuírem um papel fundamental, toda a sociedade deve colaborar em conjunto para conseguir reduzir os impactos ambientais provenientes do aquecimento global. Essa compreensão vai de encontro ao mito da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas (Auler & Delizoicov, 2001), segundo o qual é apenas o especialista (e não a população em geral) que pode resolver problemas sociais com eficiência e neutralidade ideológica. Os estudantes indicam conceber que a capacidade de pensar, discutir e resolver problemas sociais deve incluir uma parcela mais expressiva da população que deve participar, de forma ativa, desses desafios (Feitosa, 2020).

A subcategoria 3.2: “Relações políticas e implicações socioeconômicas consequentes da Tecnologia e das Ciências” apresenta US que remetem a argumentos e percepções dos estudantes sobre a Corrida Espacial estudada no encontro 2 da UD, principalmente ao que se refere aos avanços científico e tecnológico ser uma consequência de disputas políticas. Sobre isso, o estudante 7, por exemplo, afirma: “A política influenciou a corrida espacial, pois somente a disputa político-ideológica travada por norte-americanos e soviéticos é que explica a enorme quantidade de recursos utilizados na exploração do espaço” (Estudante 7). Corroborando a essa percepção, tem-se a US advinda do argumento do Estudante 3: “A política influenciou a corrida por causa que a ideologia comunista não pode co-existir com a

capitalista, então para se provar a ideologia tecnologicamente superior a corrida à Lua foi travada” (Estudante 3).

A US advinda do estudante 3 apresenta a compreensão de que o avanço tecnológico (que no presente contexto apresenta, também, seus conhecimentos de conteúdo e concepções acerca da história da ciência em relação à corrida espacial) implica diretamente em nosso cotidiano. O entendimento expresso nas US dos Estudantes 3 e 7 apresentam um conhecimento contextualizado, indo contra a imagem deformada acerca da neutralidade da Ciência que, segundo Gil-Pérez et al. (2001), não considera as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Dessa forma, evidencia-se a potencialidade de AC em envolver fatores históricos como fundo de contextualização do conhecimento. Essa contextualização histórica se faz importante, também, para compreensões acerca da NdC. Segundo Moura (2014, p. 36) “falar sobre a NDC é relacionar o conhecimento científico com o contexto no qual ele é produzido”, assim contribuindo com visões adequadas sobre a Ciência, o cientista e a construção do conhecimento científico.

Da mesma forma, o Estudante 10 argumenta: “Em meu conhecimento sobre a corrida espacial, ele só existiu como forma de disputa política, ambos os lados tentavam demonstrar superioridade a partir do desenvolvimento científico e tecnológico” (Estudante 10). O Estudante 10 conclui que: “[...] o principal impacto da chegada à Lua estadunidense foi a comprovação de seu poder político e tecnológico em comparação ao resto do mundo, seguido do avanço científico e possibilidades de estudo, além do avanço e incentivo governamental que antecederam isso” (Estudante 10).

Acerca das implicações socioeconômicas envolvendo a votação do projeto de lei envolvendo a ida do Brasil à Lua durante o debate do júri simulado realizado no quinto encontro da UD, apresentam-se US coletadas do contexto de argumentação, sendo os Estudantes 6 e 7 favoráveis e os Estudantes 1 e 16 contrários ao projeto.

No momento que o Brasil está passando, com pessoas passando fome, acha que a ida do Brasil à Lua irá mudar alguma coisa? (Estudante 16)

ao demonstrar a capacidade do Brasil de liderar na arena espacial, fortaleceríamos nossa posição global, atraindo investimentos e colaborações internacionais que poderiam beneficiar nossa nação em diversos aspectos. (Estudante 6)

Tem que ser um pensamento que engloba todo o Brasil. O agora tem que ser pensado, o pensar no futuro envolve muita coisa, tem que tirar dinheiro de algum lugar para investir em exploração espacial, de onde iria tirar? [...] O Brasil precisa priorizar outros investimentos, principalmente para o Brasil poder andar, a ida à Lua não irá influenciar em nada a vida de quem não tem saneamento básico e não tem acesso a alimento. (Estudante 1)

Se nós utilizássemos bases criadas por nós, alugássemos para outros países, isso poderia resultar futuramente em um crescimento na economia, e aí sim poderíamos investir nas áreas como saneamento básico, hospitais e escolas [...] até porque estando nas rédeas de uma nova tecnologia, como os Estados Unidos tiveram quando o assunto foi as máquinas, como conhecemos hoje como celulares ou computadores, acreditamos que se tivermos um investimento básico mas que no futuro pode se tornar algo essencial e muito bom para nossa

economia, como um 'boom' que aconteceu com os computadores, esse 'boom' nos daria estabilidade econômica. (Estudante 7).

Dessa forma, os Estudantes 1 e 16 defendem o argumento sobre as prioridades de investimento, no qual julgam que o saneamento básico e o combate à fome são mais importantes que o projeto que levaria o Brasil à Lua. Por outro lado, os Estudantes 6 e 10 argumentam que o investimento nessa missão espacial traria resultados econômicos que poderiam ser convertidos para ajudar em outras áreas. O Estudante 7, por sua vez, tece uma implicação econômica positiva a longo prazo, ao argumentar com a hipótese:

Com a economia global em declínio, nós acreditamos que em 10 a 20 anos nós conseguiríamos (por meio dos resultados econômicos advindos da exploração espacial) deter o declínio da nossa própria economia... (Estudante 7)

O Estudante 10 corrobora argumentando que:

O nosso plano não é para pouco tempo, nós estamos planejando para o futuro, e nesse futuro não tão distante, o Brasil se tornaria uma das grandes potências mundiais em relação a viagens interestelares, ou como até a colonização de Marte, ou dos projetos que a humanidade vem discutindo ao longo do tempo que está se tornando um debate mais eficiente nessa atualidade. (Estudante 10)

Essa discussão apresenta uma perspectiva disciplinar sobre a NdC de Economia da Ciência (Santos, 2020). De acordo com Santos (2020, p. 589), a Economia da Ciência “estuda a influência dos fatores econômicos no comportamento dos cientistas, a distribuição dos recursos financeiros destinados à Ciência, e as operações financeiras praticadas pelas instituições científicas”. Este aspecto pode ser identificado na US do Estudante 8 acerca das percepções políticas envolvendo o desenvolvimento de tecnologia para fins econômicos:

Há a diferenciação de investimentos em tecnologia, para mim, por questões políticas: Estados investem na área dependendo de seus planos de lucro e condições de produção, tendo como impactos e importância mudanças financeiras e desenvolvimento político, principalmente. (Estudante 8)

Nesta perspectiva, aspectos apresentados anteriormente pelas US advindas dos Estudantes 1 e 16 permeiam pontos desse quadro disciplinar, como a crítica quanto ao acesso ao conhecimento de pessoas menos favorecidas economicamente, e a reflexão de como essas pessoas iriam usufruir direta ou indiretamente desse conhecimento (Santos, 2020). Ainda nesta perspectiva disciplinar quanto à Economia da Ciência, os Estudantes 6, 7 e 10 em seus argumentos apresentam o aspecto de investimento econômico, defendendo o ponto de investimento ao longo prazo pela aplicação do conhecimento científico (Santos, 2020).

De acordo com Pinheiro (2007), muitos cidadãos possuem dificuldade em compreender as implicações de enfoque CTS a médio e longo prazos. Já as US apresentadas nessa Categoria Final apontam indícios de que os estudantes que participaram dessa pesquisa as compreendem e são capazes de argumentar e discutir acerca dessas implicações. Neste sentido, levando em consideração o que preconiza Aikenhead (1990), esses estudantes podem ser compreendidos como um público informado, capaz de refletir criticamente sobre os impactos sociopolíticos na ciência. Essa capacidade se apoia em uma consciência crítica

construída a partir de concepções e ações racionais ou justificadas, como se evidenciou durante o júri simulado realizado no encontro 5 da UD. Ainda segundo o autor, esses estudantes tendem a estar mais preparados para enfrentar “os desafios científicos e tecnológicos com que certamente se depararão numa sociedade caracterizada pela mudança” (Aikenhead, 2009, p. 20).

Assim, os elementos apresentados neste debate apontam uma habilidade argumentativa rica em aspectos tidos como necessários para uma pessoa ser considerada alfabetizada cientificamente (Sasseron & Carvalho, 2011). Essas habilidades vão desde aspectos argumentativos apresentados por uma pessoa com senso crítico desenvolvido, até compreensões sobre o conteúdo, reflexão e conscientização na relação entre as áreas envolvendo a abordagem CTS, incluindo, também, a consideração de implicações a longo prazo de decisões relacionadas à Ciência e Tecnologia (Sasseron, 2008).

Considerações finais

Este artigo apresentou os resultados de uma pesquisa qualitativa que teve como objetivo compreender de que modo uma UD, no âmbito do componente curricular eletivo de Astronomia, integrado ao Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, pode contribuir para a promoção da AC de estudantes da 1ª série do Ensino Médio de uma escola privada de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. A investigação fundamentou-se na perspectiva teórica de AC de Sasseron e Carvalho (2011).

A análise dos dados, realizada com base na ATD, indicou que a UD permitiu aos estudantes demonstrar, ainda que em níveis variados, aspectos referentes aos três eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011). Na Categoria Final 1 correspondendo ao eixo estruturante “compreensão básica de termos e conceitos científicos” observou-se a apropriação de vocabulário científico e a articulação de conceitos das Ciências da Natureza com situações cotidianas, evidenciando o potencial interdisciplinar da Astronomia no contexto da Educação Básica.

Na Categoria Final 2, que corresponde ao eixo estruturante “compreensão da Natureza das Ciências e dos fatores que influenciam sua prática”, verificaram-se compreensões tanto avançadas quanto simplificadas sobre a NdC. Alguns estudantes apresentaram compreensões alinhadas a uma visão crítica e contextualizada da ciência, identificando seus limites e valores e reconhecendo-a como um empreendimento humano, influenciado por fatores políticos e econômicos. Contudo, outros estudantes apresentaram compreensões mais simplificadas e ingênuas, concebendo a ciência como neutra, infalível e desvinculada de contextos socioculturais. Nesse sentido, preconiza-se a importância de não apenas ensinar ciências, mas também ensinar sobre ciências, proporcionando ao estudante uma reflexão sobre a sua natureza. Com isso, faz-se necessário destacar a importância da abordagem envolvendo a história da ciência para auxiliar na compreensão desse conceito, possibilitando refletir sobre elementos que corroboram à compreensão dos estudantes de que a ciência é uma construção humana e está envolvida por questões sociais, religiosas, políticas e econômicas (Moura, 2014). A compreensão de que as ciências possuem essas relações e estão sujeitas a fatores

externos auxilia na compreensão de que os cientistas não são alheios à sociedade, contribuindo para uma imagem não deformada do trabalho científico. O eixo estruturante “compreensão da natureza das ciências e dos fatores que influenciam sua prática” compreende a importância das evidências empíricas para a revisão de conceitos e o desenvolvimento de teorias científicas, mas também aponta para a relevância de se fazer uma reflexão para que os estudantes reconheçam que a ciência é uma atividade humana, sujeita a mudanças e a influências culturais (Sasseron & Carvalho, 2011), a fim de que não apresentem uma visão puramente empirista sobre o trabalho científico.

Em relação à Categoria Final 3, que correspondente ao eixo estruturante “entendimento das relações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente”, alguns estudantes mobilizaram argumentos que demonstraram compreensões ampliadas sobre as implicações das relações CTS como, por exemplo: a) conscientização dos impactos que as ciências e suas tecnologias têm na sociedade e no ambiente, b) reflexão de como as descobertas científicas e as inovações tecnológicas influenciam as questões éticas, sociais e ambientais e c) consideração das implicações a longo prazo das decisões relacionadas à ciência e tecnologia, promovendo uma abordagem crítica e responsável em relação ao uso desse conhecimento. Contudo, alguns estudantes apresentaram perspectivas reducionistas e tecnocêntricas das relações CTS, como a visão salvacionista da ciência (Auler & Delizoicov, 2001).

A análise dá indícios que a UD, ao articular elementos históricos, epistemológicos e sociocientíficos em uma proposta interdisciplinar, didaticamente diversificada e centrada no protagonismo discente, teve potencial para a promoção da AC nos estudantes. No entanto, também revelou limites importantes, especialmente no que diz respeito à persistência de concepções simplistas sobre a ciência e sua prática, como a crença em um método científico único, absoluto e livre de interferências externas. Tal constatação aponta para a necessidade de abordagens mais intencionais e explícitas no que se refere à NdC e às relações CTS, a fim de promover a transição de concepções reducionistas para compreensões mais críticas e contextualizadas sobre a ciência. Além disso, destaca-se a importância de práticas pedagógicas contínuas, contextualizadas e sistemáticas voltadas à promoção da AC no Ensino Médio, de modo que os estudantes sejam desafiados, ao longo do tempo, a revisar, ressignificar e reconstruir seus entendimentos sobre a ciência e as relações CTS.

É importante destacar que os resultados desta pesquisa devem ser compreendidos à luz de seus limites metodológicos. O estudo foi realizado com uma amostra intencional de 16 estudantes de uma única escola da rede privada de Porto Alegre, o que restringe a possibilidade de generalização dos resultados para outras realidades educacionais. A singularidade do contexto investigado exige cautela na extrapolação dos dados.

Diante disso, sugere-se a realização de estudos futuros que ampliem a diversidade dos contextos investigados, incluindo escolas públicas e diferentes regiões do país, de modo a compreender, por meio de propostas semelhantes, a promoção da AC em distintos cenários. Além disso, recomenda-se a investigação aprofundada do papel do professor como mediador do conhecimento, especialmente no que tange à explicitação intencional dos aspectos da NdC e das relações CTS, elementos centrais para o desenvolvimento de uma AC crítica e

transformadora. Tais investigações poderão contribuir para o aprimoramento de propostas didáticas que favoreçam a construção de uma compreensão mais ampla, contextualizada e crítica da ciência na formação dos estudantes da Educação Básica.

Referências

- Aikenhead, G. S. (2009). Research into STS science education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1). <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4005>
- Aikenhead, G. S. (1987). High-School Graduates' Beliefs about Science-Technology-Society. III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge. *Science education*, 71(4), 459-487. <https://dx.doi.org/10.1002/sce.3730710402>
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461-486. <https://dx.doi.org/10.1002/sce.21111>
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê?. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 3(2), 122-134. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>
- Azevedo, N. H., & Scarpa, D. L. (2017). Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 579-619. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4551>
- Batista, C. A. S., & Peduzzi, L. O. (2019). Concepções epistemológicas de Larry Laudan: uma ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros do ensino de ciências e ensino de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(2), 38-55. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p38>
- Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Ufsc
- Bejarano, N. R. R., Aduriz-Bravo, A., & Bonfim, C. S. (2019). Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(4), 967-982. <https://dx.doi.org/10.1590/1516-731320190040008>
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto.
- Breunig, E. T., Oestreich, L., Paim, M. G., & Goldschmidt, A. I. (2021). Alfabetização científica nos anos iniciais: ressignificando os cientistas. *ACTIO: Docência em Ciências*, 6(2), 1-24. <https://dx.doi.org/10.3895/actio.v6n2.13405>
- Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Ariel.
- Chizzotti, A. (2018). *Pesquisa em ciências humanas e sociais*. Cortez.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2015). *Pesquisa de Métodos Mistos: Série Métodos de Pesquisa*. Penso.
- Dutra, G. E., Oliveira, E. C., & Del Pino, J. C. (2017). Alfabetização científica e tecnológica na formação do cidadão. *Revista Signos*, 38(2), 56-62. <https://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0378.v38i2a2017.1375>
- Feitosa, F. C. B., & Kiouranis, N. M. M. (2020). Levantamento das concepções acerca das relações CTS na formação inicial de professores de química: potencialidades de um instrumento problematizador. *Indagatio Didactica*, 12(4), 193-206. <https://dx.doi.org/10.34624/id.v12i4.21697>
- Forato, T. C. M., Pietrocola, M., & Martins, R. A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59. <https://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p27>
- Freire, P. (2005). *A importância do ato de ler – em três artigos que se completam*. Cortez.
- Grinspun, M. P. S. Z., & Rodrigues, A. M. M. (1999). *Educação tecnológica: desafios e perspectivas*. Cortez.

- Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7, 125-153. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>
- Harres, J. B. S. (1999). Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de ciências*, 4(3), 197-211. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/603>
- Hazen, R. M., & Trefil, J. (1995). *Saber ciência*. Cultura Editores Associados.
- Irez, S. (2006). Are we prepared?: An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Education*, 90(6), 1113-1143. <https://dx.doi.org/10.1002/sce.20156>
- Junges, A. L., & Massoni, N. T. (2018). O consenso científico sobre aquecimento global antropogênico: considerações históricas e epistemológicas e reflexões para o ensino dessa temática. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, 18(2), 455-491. <https://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182455>
- Kleiman, A. B. (1995). *Os significados do letramento: uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita*. Mercado de Letras.
- Krupczak, C., Lorenzetti, L., & Aires, J. A. (2020). Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 9(1). <https://dx.doi.org/10.35819/tear.v9.n1.a3820>
- Kubiak, F., Machado, C. J., & Silveira, R. M. C. F. (2020). Concepções CTS dos professores da educação básica. *EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação*, 7(17), 327-349. <https://dx.doi.org/10.26568/2359-2087.2020.4320>
- Langhi, R. (2009). Educação em astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (7), 15-30. <https://relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/124>
- Langhi, R. (2011). Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(2), 373-399. <https://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n2p373>
- Marcelino, A. G. (2020). Conhecimentos dos alunos do Ensino Médio acerca da Astronomia: Uma aula sobre o sistema solar. *Experiências em Ensino de Ciências*, 15(1), 289-300.
- Martins, R. A. Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. In C. C. Silva (Org.) (2006). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para a aplicação no ensino*. Livraria da Física.
- Martins, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3), 703-737. <https://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 53-70). Springer Netherlands.
- MEC – Ministério da Educação (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Mellado, V. (1997). Preservice teachers 'classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science & Education*, 6, 331-354. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008674102380>
- Moraes, R., & Galiuzzi, M. D. C. (2016). *Análise textual discursiva. revista e ampliada*. Unijuí.
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?. *Revista Brasileira de História da ciência*, 7(1), 32-46. <https://dx.doi.org/10.53727/rbhc.v7i1.237>
- Narasimhan, M. G. (2001). Controversy in science. *Journal of biosciences*, 26(3), 299-304.
- Pereira, J. C., & Teixeira, M. D. R. F. (2015). Alfabetização científica, letramento científico e o impacto das políticas públicas no ensino de ciências nos anos iniciais: uma abordagem a partir do PNAIC. In

- Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10.
<https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1313-1.PDF>
- Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, 13, 71-84.
<https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132007000100005>
- Pinheiro, B. C. S. (2019). Educação em ciências na escola democrática e as relações étnico-raciais. *Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências*, 19, 329-344.
<https://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u329344>
- Porlán, R A. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade de Sevilha.
- Ribeiro, J. A. G., & Cavassan, O. (2013). Os conceitos de ambiente, meio ambiente e natureza no contexto da temática ambiental: definindo significados. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 8(2), 61-76.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5149>
- Rubba, P. A., & Wiesenmayer, R. L. (1988). Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 19(4), 38-44. <https://dx.doi.org/10.1080/00958964.1988.9942772>
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em educação em ciências (Belo Horizonte)*, 2(2), 1-23. <https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172000020202>
- Santos, M., Maia, P., & Justi, R. (2020). Um modelo de ciências para fundamentar a introdução de aspectos de natureza da ciência em contextos de ensino e para analisar tais contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 581-616. <https://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>
- Sasseron, L. H. (2008). Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo]. Repositório da Produção USP. <https://repositorio.usp.br/item/002263232>
- Sasseron, L. H., & de Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, 16(1), 59-77.
<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246/o>
- Stumpf, A., & de Oliveira, L. D. (2016). Júri Simulado: o uso da argumentação na discussão de questões sociocientíficas envolvendo radioatividade. *Experiências em Ensino de Ciências*, 11(2), 176-189.
https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11961/2/Juri_simulado_o_uso_da_argumentacao_na_discussao_de_questoes_sociocientificas_envolvendo_radioatividade.pdf
- Thuillier, P. (1989). O contexto cultural da ciência. *Ciência Hoje*, 9(50), 18-23.
- Toulmin, S. (1977). *La racionalidad humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Alianza.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. Bookman.