

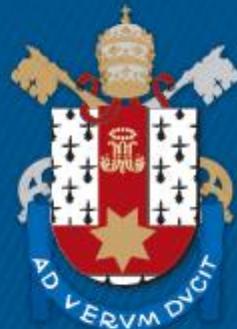
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ARIEL GONÇALVES MARCELINO

**A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DE UMA UNIDADE DIDÁTICA
SOBRE A IDA DO HOMEM À LUA**

Porto Alegre
2024

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

ARIEL GONÇALVES MARCELINO

A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DE UMA UNIDADE
DIDÁTICA SOBRE A IDA DO HOMEM À LUA

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre pelo Programa
de Pós-Graduação em Educação em Ciências e
Matemática, da Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul.

Orientador: Dr. Luciano Denardin de Oliveira

Porto Alegre

2024

Ficha Catalográfica

M314p Marcelino, Ariel Gonçalves

A Promoção da Alfabetização Científica a partir de uma Unidade Didática sobre a Ida do Homem à Lua / Ariel Gonçalves Marcelino. – 2024.

100 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Denardin de Oliveira.

1. Educação em Ciências. 2. Alfabetização Científica. 3. Ensino de Astronomia. 4. Natureza da Ciência. 5. Enfoque CTS. I. Oliveira, Luciano Denardin de. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecária responsável: Clarissa Jesinska Selbach CRB-10/2051

AGRADECIMENTOS

As três mulheres fundamentais em toda a minha trajetória na educação: minha mãe, Ana Lúcia Xavier Gonçalves, por ser o melhor exemplo que eu poderia ter, a Vera Regina Xavier Gonçalves, por dar início ao amor pela educação na família, e a Eliana Fernandes Borragini, por todo incentivo e apoio desde os meus primeiros momentos de vida.

A todos os familiares que se fizeram presentes nesse percurso, como o meu pai Ronaldo Marcelino (em memória), Eric Gonçalves Marcelino e o Cláudio Roberto Borragini. Também, aos amigos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luciano Denardin, pela sua dedicação, parceria e valiosas contribuições para a construção desta dissertação.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PUCRS, pelo seu excelente trabalho.

Ao colégio, por permitir a aplicação da unidade didática presente nesta pesquisa. Também, aos meus estudantes, por participarem e contribuírem com as aulas.

Por fim, à CAPES pela viabilização desses dois anos de mestrado graças à bolsa de pesquisa oferecida.

LISTA DE SIGLAS

AC – Alfabetização Científica;

ATD - Análise Textual Discursiva;

BNCC – Base Nacional Comum Curricular;

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade;

EB – Educação Básica;

EM – Ensino Médio;

US – Unidade de Sentido;

VOSTS - Views on Science Technology Society (Opiniões sobre a Sociedade de Tecnologia Científica).

RESUMO

A pesquisa relatada nesta dissertação visou a compreender de que modo uma unidade didática sobre a Ida do Homem à Lua, na componente curricular de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, pode promover a Alfabetização Científica (AC) de estudantes do Ensino Médio. Adotou-se a compreensão de Sasseron (2008) sobre a AC como o principal referencial teórico desta pesquisa. A pesquisa apresentada possui caráter qualitativo (Creswell, 2007) e é do tipo estudo de caso (Yin, 2015). Para a coleta de dados durante a unidade didática utilizou-se da estratégia de triangulação (Creswell, 2007), sendo o principal instrumento de coleta de dados o questionário com questões abertas voltadas ao interesse da pesquisa (Chizzotti, 2018). Como método de análise, utilizou-se a Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes; Galiazzi, 2016), na qual foram empregadas categorias finais *a priori* correspondentes aos três eixos estruturantes da AC (Sasseron, 2008). Como principais resultados, verificou-se que as atividades propostas pela unidade didática permitiram a promoção da AC, uma vez que elementos referentes aos três eixos estruturantes foram identificados no corpus de análise. Também foi possível verificar a presença dos indicadores de AC nos argumentos dos estudantes, estes validados pelo padrão de estrutura de argumentação de Toulmin (2006). A unidade didática também reforçou o potencial interdisciplinar da Astronomia. Por fim, destacam-se que alguns estudantes apresentaram concepções avançadas acerca da natureza da ciência enquanto outros se aproximaram de visões mais simplistas do trabalho científico. Da mesma forma, as percepções dos estudantes acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade oscilaram entre reducionista e ampliada. Com isso, sugere-se que elementos acerca da natureza da ciência e das relações entre ciência, tecnologia e sociedade sejam abordados de forma intencional e explícita em sala de aula e não de forma implícita na expectativa que os estudantes percebam tais elementos.

Palavras-Chave: Educação em Ciências, Alfabetização Científica, Ensino de Astronomia, Natureza da Ciência, Enfoque CTS.

ABSTRACT

The research reported in this dissertation aimed to understand how a didactic unit on Man's Journey to the Moon, in the Astronomy curricular component of the Training Itinerary in Natural Sciences and its Technologies, can promote Scientific Literacy (SL) of high school students. Sasseron's (2008) understanding of SL was adopted as the main theoretical framework of this research. The research presented is qualitative in nature (Creswell, 2007) and case study type (Yin, 2015). To collect data during the didactic unit, the triangulation strategy was used (Creswell, 2007), with the main data collection instrument being the questionnaire with open questions focused on the research interest (Chizzotti, 2018). As an analysis method, Textual and Discourse Analysis (TDA) (Moraes; Galiazzi, 2016) was used, in which final a priori categories corresponding to the three structuring axes of SL were used (Sasseron, 2008). As main results, it was found that the activities proposed by the didactic unit allowed the promotion of SL, since elements relating to the three structuring axes were identified in the corpus of analysis. It was also possible to verify the presence of SL indicators in the students' arguments, which were validated by Toulmin's (2006) standard of argumentative structure. The teaching unit also reinforced the interdisciplinary potential of Astronomy. Finally, it is noteworthy that some students presented advanced conceptions about the nature of science while others approached more simplistic views of scientific work. Likewise, students' perceptions about the relationships between science, technology and society oscillated between reductionist and expanded. Therefore, it is suggested that elements about the nature of science and the relationships between science, technology and society be addressed intentionally and explicitly in the classroom and not implicitly with the expectation that students will perceive such elements.

Key Words: Science Education, Scientific Literacy, Teaching Astronomy, Nature of Science, STS Framework.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação entre os indicadores de AC e o padrão de argumentação de Toulmin.	27
Figura 2: a) Primeiros desenhos da Lua por Galileu Galilei. b) Imagem contemporânea ampliada da Lua. c) Recorte de um dos desenhos da Lua de Galileu Galilei. d) Imagem contemporânea completa da Lua.	40
<i>Figura 3: a) A chegada do homem à Lua. b) Ausência de estrelas na imagem na Lua. c) Bandeira norte americana fixada na Lua. d) Módulo lunar após pousar na superfície da Lua. e) Pegadas dos Astronautas no solo Lunar.</i>	<i>45</i>
Figura 4: Cartaz apresentando a argumentação dos estudantes.	46
Figura 5: Disposição das classes durante o tribunal do júri.	47
Figura 6: Exemplo da roleta virtual utilizada para fazer o sorteio de argumentações e contra-argumentações.	48
Figura 7: Maquete artística representando a primeira viagem dos seres humanos à Lua.	49
Figura 8: Ilustração da planilha utilizada para analisar as unidades de sentido.	50
Figura 9: Categorias e subcategorias construídas no processo de ATD.	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura da unidade didática acerca da Ida do Homem à Lua.....39

.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. DISCUSSÃO SOBRE A DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	15
2.1 EIXOS ESTRUTURANTES E INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	19
3. A IMPORTÂNCIA DA ARGUMENTAÇÃO NA SALA DE AULA DE CIÊNCIAS	23
3.1 A RELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O PADRÃO DE ARGUMENTAÇÃO DE TOULMIN.....	24
4. A COMPONENTE CURRICULAR DE ASTRONOMIA NO ITINERÁRIO FORMATIVO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	28
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	31
5.1 ABORDAGEM DA PESQUISA: PESQUISA QUALITATIVA.....	31
5.2 O ESTUDO DE CASO COMO TIPO DE PESQUISA.....	31
5.3 INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS DE COLETA DE DADOS.....	32
5.4 MÉTODO DE ANÁLISE.....	33
5.4.1 Unitarização: desmontagens de textos.....	34
5.4.2 Categorização: o estabelecimento de relações.....	35
5.4.3 Metatextos: o novo emergente.....	36
5.5 CONTEXTO DA PESQUISA E DESCRIÇÃO DA UNIDADE DIDÁTICA: A IDA DO HOMEM À LUA.....	37
5.5.1 Aula 1: A História da Observação da Lua.....	39
5.5.2 Aula 2: A Corrida Espacial.....	41
5.5.3 Aula 3: Organização do Júri Simulado.....	42
5.5.4 Aula 4: Fake News: o ser humano pisou na Lua?.....	44
5.5.5 Aula 5: Júri Simulado: A ida do Brasil à Lua.....	46
5.5.6 Aula 6: Reflexões sobre a unidade didática.....	48
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50

6.1 CATEGORIA FINAL 1: COMPREENSÃO BÁSICA DE TERMOS E CONCEITOS CIENTÍFICOS	52
6.2 CATEGORIA FINAL 2: COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA E DOS FATORES QUE INFLUENCIAM SUA PRÁTICA	57
6.3 CATEGORIA FINAL 3: O ENTENDIMENTO DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE	72
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS	89

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa de Mestrado do PPGEDUCEM da PUCRS, para a linha de pesquisa: aprendizagem, ensino e formação de professores de Ciências e Matemática, teve como foco investigar a promoção da Alfabetização Científica (AC) em uma unidade didática (a Ida do Homem à Lua) de uma componente curricular eletiva de Astronomia no Itinerário Formativo da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias ministrada em uma escola privada de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

A possibilidade para a elaboração e execução dessa componente curricular eletiva de Astronomia reside no fato do Ensino Médio (EM) ter sofrido alterações, a partir do sancionamento do então presidente da República, Michel Temer, em 16 de fevereiro de 2017 da lei nº 13.415/2017, que altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e nº 11.494, de 20 de junho 2007. Assim, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação passou a vigorar com alterações e uma delas determinou que o EM terá três mil horas ao todo. Essas horas são divididas em duas partes: mil e oitocentas horas destinadas ao cumprimento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), formada pelos conteúdos das componentes curriculares obrigatórias tradicionais do Ensino Médio (EM), como História, Geografia, Biologia, Física, Química e Literatura, e mil e duzentas horas para os Itinerários Formativos, nos quais cada escola poderá se aprofundar em uma ou mais áreas do conhecimento (Brasil, 2017). Em tese, os Itinerários Formativos dão ao aluno a flexibilidade de optar por uma das áreas do conhecimento que contemple sua afinidade pessoal, sendo elas: linguagens e suas tecnologias; matemática e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias; ciências humanas e sociais aplicadas e formação técnica e profissional.

Com isso, a investigação acerca da AC durante a unidade didática sobre a Ida do Homem à Lua está estruturada pelos três eixos estruturantes da AC (Sasseron, 2008): *“compreensão básica de termos e conceitos científicos”*, *“compreensão da Natureza das Ciências e dos fatores que influenciam sua prática”* e *“o entendimento das relações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente”*. Também, pelos indicadores de AC apontados por Sasseron (2008), sendo eles: o *levantamento* e o *teste* de hipóteses; a *classificação, seriação e organização das informações*; a

construção de uma *explicação*, o uso de *justificativa* e o estabelecimento de *previsão* sobre fenômenos. Também o *raciocínio lógico* e o *raciocínio proporcional*. Buscou-se observar os indicadores de AC durante a argumentação dos estudantes ao longo da unidade didática, sendo essa habilidade essencial para o desenvolvimento de um cidadão crítico.

Dessa forma, o problema de pesquisa que guiou esse trabalho foi: *Como uma unidade didática na componente curricular de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias pode promover a Alfabetização Científica de estudantes do Ensino Médio?*

Com isso, essa pesquisa tem como objetivo geral:

Compreender, por meio de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, de que modo uma unidade didática na componente curricular de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias pode promover a Alfabetização Científica de estudantes do Ensino Médio.

Para isso, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar, a partir dos relatos dos estudantes, elementos que evidenciem a promoção da AC ao longo dos encontros da unidade didática na componente curricular eletiva de Astronomia.

- Caracterizar, a partir de indicadores da AC, episódios argumentativos presentes nos relatos dos estudantes ao longo dos encontros da unidade didática na componente curricular eletiva de Astronomia.

Considerando esta seção introdutória, na qual foram abordados elementos como a contextualização do tema, a justificativa, a formulação do problema e os objetivos da pesquisa, esta dissertação foi estruturada em um total de sete seções.

Em consequência de traduções advindas da literatura estrangeira, surgiram os termos Enculturação Científica, Letramento Científico e AC no Brasil. Com isso, a segunda seção: *“Discussão sobre a definição do conceito de AC”*, busca contextualizar os termos e definir o conceito de AC. Ela também contempla os eixos estruturantes e os indicadores de AC preconizados por Sasseron (2008) e utilizados nesta pesquisa como referencial teórico.

A terceira seção buscou tecer reflexões sobre *“A importância da Argumentação na sala de aula de Ciências”*, sendo esta uma habilidade necessária na construção de um indivíduo crítico. Foi apresentada, também, a relação

observada por Sasseron (2011) entre o padrão de Argumentação de Toulmin (2006) e os Indicadores de AC (Sasseron, 2008).

Na quarta seção justificou-se a “*Astronomia como componente curricular eletiva para o Itinerário Formativo de Ciências da natureza e suas Tecnologias*” novo EM. Apresentou-se, também, a unidade didática “A ida do homem à Lua” que foi ministrada e originaram os dados desta pesquisa.

Na quinta seção são detalhados os “*Procedimentos Metodológicos de Pesquisa*”, apresentando informações quanto à natureza e o tipo de pesquisa. Detalha-se, também, estratégias de coleta e análise de dados. Dessa forma, esta pesquisa possui natureza qualitativa (Stake, 2011) do tipo estudo de caso (Yin, 2015). A coleta de dados ocorreu durante a unidade didática “A ida do homem à Lua”, para tal, utilizou a estratégia de triangulação (Creswell, 2007) em conjunto com questionários (Chizzotti, 2018), tendo estes, perguntas voltadas ao interesse da pesquisa. As perguntas foram baseadas no questionário *Views on Science Technology Society* (VOSTS), que é tido como o principal teste de AC no Brasil (Vizzotto, 2021). A Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes; Galiazzi, 2016) foi utilizada como método de análise dos dados obtidos.

A sexta seção, *Resultados e Discussão*, apresenta as categorias finais, sendo estas definidas a priori ao se considerar os eixos estruturantes da AC (Sasseron, 2008): “*compreensão básica de termos e conceitos científicos*”, “*compreensão da Natureza das Ciências e dos fatores que influenciam sua prática*” e “*o entendimento das relações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente*”. Essa seção apresenta, também, as subcategorias e os metatextos resultantes do processo da ATD (Moraes; Galiazzi, 2016).

Por fim, a sétima seção, *Considerações Finais*, sintetiza os principais resultados obtidos por meio dos processos de construção desta pesquisa.

2. DISCUSSÃO SOBRE A DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Percebe-se, na literatura estrangeira, uma variação do termo utilizado para pesquisar as preocupações acerca da formação cidadã dos estudantes para a atuação na sociedade (Sasseron, 2011). Esse termo sendo “Scientific Literacy” (Norris; Phillips, 2003, Laugksch, 2000, Hurd, 1998, Bybee, 1995, Bingle; Gaskell, 1994) na literatura inglesa; “Alfabetización Científica” (Membiela, 2007, Díaz; Alonso; Mas, 2003, Cajas, 2001, Gil-Pérez; Vilches-Peña, 2001) na literatura espanhola; e “Alphabétisation Scientifique” (Fourez, 1994, Astolfi, 1995) na literatura francesa.

Essa variação de termos estrangeiros gerou problemas para os pesquisadores brasileiros, pois a tradução do termo em inglês vem sendo “Letramento Científico”, ao passo que a tradução dos termos em espanhol e francês são “Alfabetização Científica” (Sasseron, 2011), sendo a AC uma das principais linhas acerca da investigação no Ensino de Ciências (Krasilchik, 1992). Para Sasseron (2011), embora se perceba que o foco principal das discussões possua as mesmas preocupações, essa pluralidade semântica encontrada na literatura nacional conseqüentemente ocasionou na adoção de diferentes termos no ensino de Ciências, com isso, existem

“autores que utilizam a expressão “Letramento Científico” (Mamede e Zimmermann, 2007, Santos e Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização Científica” (Brandi e Gurgel, 2002, Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Chassot, 2000) e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” (Carvalho e Tinoco, 2006, Mortimer e Machado, 1996) para designarem o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida” (Sasseron. 2011, p. 60).

Sasseron (2011) aponta que os autores brasileiros que utilizam a expressão “Enculturação Científica” possuem a premissa de que seus estudantes possuam condições de que “além das culturas religiosa, social e histórica que carregam consigo, possam também fazer parte de uma cultura em que as noções, idéias e conceitos científicos são parte de seu corpus” (Sasseron, 2011, p. 60).

Os autores que utilizam a expressão “Letramento Científico” o definem como sendo um “[...] conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos para objetivos específicos” (Kleiman, 1995, p.19). Tendo isso, o Letramento Científico é compreendido como a capacidade de utilização das ciências e tecnologias a partir de um conjunto de habilidades e competências (Pereira; Teixeira, 2015).

Segundo Auler e Delizoicov (2001), o conceito de “Alfabetização Científica” é bastante discutido, pois advém de significados traduzidos de algumas expressões como: popularização das ciências, divulgação científica, entendimento público e democratização das ciências. Contudo, tem-se como ponto comum que seu objetivo é possibilitar habilidades e competências para que o cidadão seja um sujeito cientificamente crítico (Sasseron; Carvalho, 2011). Assim, a AC

“[...] visa a formação do indivíduo que o permita resolver problemas de seu dia a dia, levando em conta os saberes próprios das Ciências e as metodologias de construção de conhecimento próprias do campo científico” (Sasseron; Machado, 2017, p. 12).

Dessa forma, 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, Oliveira e Del Pino (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:

“[...] podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo, mas por uma certa forma de “escrevê-lo” ou de “reescrevê-lo”, quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente. Este movimento dinâmico é um dos aspectos centrais, para mim, do processo de alfabetização.” (Freire, 2005, p. 20)

Sasseron e Carvalho (2011) também compreendem o caráter transformador da AC. Dessa forma, concordam com o termo “Alfabetização”, ao invés de “Letramento”, pois entendem seu conceito como indo ao encontro da compreensão de Paulo Freire, para ele:

“[...]a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto.” (Freire, 1980, p.111)

Com base nos elementos apresentados, optou-se por utilizar o conceito de AC na presente pesquisa, ao invés de Enculturação Científica ou Letramento Científico, como na BNCC (Brasil, 2018).

Ao analisar concepções sobre AC, Bocheco *et al.* (2011) teceram compreensões a partir das três dimensões caracterizadas por Kemp (2002 apud Díaz; Alonso; Mas, 2003): prática, formal e pessoal.

A AC Prática foca na compreensão procedimental. Consiste em saber usar a ciência no cotidiano e com propósitos sociais. Também, consiste em compreender a divulgação científica nos meios de comunicação (Bocheco *et al.*, 2011).

Já a AC Formal embarca as “dimensões conceitual, procedimental e afetiva” (Bocheco *et al.*, 2011, p. 88). Consistindo em desenvolver aspectos como a Natureza da Ciência e sua relação com a sociedade. Com isso, o estudante desenvolve competência para comunicações interpessoais com tomadas de decisões democráticas relacionadas com ciências (Bocheco *et al.*, 2011).

Por último, a AC Pessoal inclui a “linguagem e os conceitos científicos na vida cotidiana e na cultura” (Bocheco *et al.*, 2011, p. 88). Abarcando, também, apreço pela história e popularização da ciência. Sendo estes, motivos para continuar a aprendizagem sobre ciência após o ensino escolar.

Já Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) caracterizam os principais objetivos da AC como: Prática, Cívica, Cultural e Profissional ou Econômico.

A AC Prática “visa contribuir com o desenvolvimento de conhecimentos científicos e técnicos básicos necessários na vida diária do indivíduo” (Milaré; Richetti; Alves, 2009, p. 166).

A AC Cívica “tem como objetivo desenvolver conhecimentos científicos que subsidiem decisões do indivíduo” (Milaré; Richetti; Alves, 2009, p. 166).

Na AC Cultural “o estudo da Ciência está relacionado com sua natureza e é motivado pela vontade de se conhecer mais profundamente sobre a principal aquisição da cultura humana” (Milaré; Richetti; Alves, 2009, p. 167).

Já a AC Profissional ou Econômica visa a incentivar a formação de pessoas para a carreira científica, promovendo o crescimento econômico dos países (Milaré; Richetti; Alves, 2009).

Para Fourez (1994), a AC apresenta algumas habilidades que o autor julga essenciais para que uma pessoa possa ser considerada alfabetizada cientificamente, sendo elas:

- “1) Utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.
- 2) Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade.
- 3) Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.
- 4) Reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.
- 5) Aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam.
- 6) Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.
- 7) Faz a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.
- 8) Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeita a mudanças a depender do acúmulo de resultados.
- 9) Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.
- 10) Possui suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.
- 11) Extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.
- 12) Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.
- 13) Certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.” (apud Sasseron; Carvalho, 2011 p. 67-70).

2.1 EIXOS ESTRUTURANTES E INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Para Sasseron e Carvalho (2011), a AC se estrutura em três eixos sendo eles:

1) **Compreensão Básica de Termos e Conceitos Científicos**; esse eixo estruturante consiste

“[...] na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.” (Sasseron, 2008, p. 65)

Em vista disso, esse eixo estruturante foca na aquisição 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.

2) A **Compreensão da Natureza da Ciência e dos Fatores que influenciam sua Prática** consiste na

“[...] ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista para a sala de aula, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, este eixo fornece-nos subsídios para que o caráter inerente às investigações científicas seja colocado em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão.” (Sasseron, 2008, p. 65)

Assim, este eixo estruturante possui o foco na compreensão que a ciência é uma atividade humana, sujeita a influências políticas, sociais 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.

3) O **entendimento das relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente**, visa a

[...] identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. (Sasseron, 2008, p. 65)

Com isso, este eixo estruturante consiste na reflexão e na conscientização dos impactos sociais e ambientais consequentes do desenvolvimento científico e tecnológico. Incluindo-se implicações a longo prazo de decisões relacionadas à Ciência e Tecnologia, a fim de promover um pensamento crítico e responsável acerca desses conhecimentos.

Levando-se em conta os elementos expostos, os eixos estruturantes da AC apresentados por Sasseron (2008) foram utilizados nesta pesquisa. Também, os indicadores de AC apontados pela autora, sendo estes uma possível maneira de se observar de que modo os conceitos e os elementos do trabalho científico são desenvolvidos em sala de aula. Segundo Sasseron (2011), são indicadores de AC o *levantamento* e o *teste* de hipóteses em relação a uma situação qualquer; a *classificação*, *seriação* e *organização das informações*; a construção de uma *explicação*, o uso de *justificativa* para fundamentar uma ideia e o estabelecimento de *previsão* sobre implicações desta situação; e por fim os dois últimos indicadores,

estes conectados a dimensões epistemológicas como forma de organização na construção de ideias: o *raciocínio lógico* e o *raciocínio proporcional*.

O **levantamento de hipóteses** pode surgir em forma de questionamento ou de afirmação. Ele “aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema” (Sasseron, 2008, p. 68).

O **teste de hipóteses** “trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova” (Sasseron, 2008, p. 68). Podendo ocorrer tanto empiricamente quanto no nível das ideias, quando este é feito em pensamentos, baseado em conhecimentos prévios.

A **classificação de informações** caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos, ele aparece na busca pelo estabelecimento de características dos dados obtidos (Sasseron, 2008).

A **seriação de informações** surge no “estabelecimento de bases para a ação investigativa” (Sasseron, 2008, p. 67). podendo ser uma relação dos dados trabalhados, como uma lista, mas não necessariamente prevê uma ordem para as informações.

A **organização de informações** está ligada ao preparo das informações existentes sobre o problema investigado. Este indicador surge quando emerge um novo dado ou quando ideias são lembradas (Sasseron, 2008).

A **explicação** “surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas” (Sasseron, 2008, p. 68). Esse indicador de AC não necessariamente precisa de garantias, pois pode ser mais fundamentado ao longo das discussões. Porém, normalmente é acompanhado de uma previsão e/ou de uma justificativa.

A **justificativa** surge quando em uma afirmação qualquer, utiliza-se de uma garantia para respaldar o que é proposto. Isso “faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.” (Sasseron, 2008, p. 68).

A **previsão** acontece quando se afirma uma ação ou um fenômeno consequente de um determinado evento.

Já os indicadores de AC raciocínio lógico e raciocínio proporcional se referem a estruturação do pensamento. O **raciocínio lógico**, relaciona-se a como o pensamento é exposto, compreendendo a forma da construção e elaboração das

ideias. O **raciocínio proporcional**, por sua vez, se refere a maneira como variáveis se relacionam, “ilustrando a interdependência que pode existir entre elas” (Sasseron, 2008, p. 68)

Não se tem pretensão de analisar os indicadores como habilidades que demonstram um acréscimo no desenvolvimento cognitivo dos estudantes quando eles se deparam com uma questão. Porém, segundo Sasseron (2011), pode-se presumir a existência de uma ordem temporal que obedece aos passos que necessitam ser cumpridos para a realização de uma investigação científica. Tendo isso, parte-se do pressuposto que a observação desses indicadores nas produções dos estudantes, tanto textuais quanto nas argumentações orais, oferece evidências suficientes para se concluir que sua AC está em desenvolvimento.

3. A IMPORTÂNCIA DA ARGUMENTAÇÃO NA SALA DE AULA DE CIÊNCIAS

Na perspectiva dialética, a argumentação não é apenas uma atividade discursiva ocasional, mas uma essência do pensamento humano. Leitão (2011) destaca que a argumentação é tida como fundamental na construção do conhecimento e percepções sobre ideias e conceitos, sendo uma forma “básica de pensamentos que permeia a vida humana” (p. 14)

Esse entendimento converge com o entendimento da argumentação no contexto científico, uma vez que se considera a argumentação como uma maneira de comunicar ideias e conhecimentos (Sasseron, 2015). Com isso, tem-se que a linguagem científica é, por natureza, uma linguagem argumentativa (Kelly, 2008; Driver; Newton; Osborne, 2000; Duschl; Osborne, 2002; Kuhn, 1993). Neste sentido, Sasseron compreende que:

A linguagem científica é inerentemente argumentativa, e a argumentação está ligada à análise de problemas, dados e conflitos, enquanto simultaneamente permite a consideração de novas interpretações. Em sala de aula, a argumentação ocorre durante a apresentação de novas perspectivas sobre temas existentes, promovendo interações discursivas que contribuem para o desenvolvimento do pensamento e do intelecto. (Sasseron, 2015, p. 59)

Já no contexto de ensino de ciências, Leitão (2011) destaca aspectos relacionados tanto ao raciocínio prático quanto ao teórico. Com isso, tem-se que a argumentação aproxima os estudantes não apenas de conceitos científicos, mas também dos processos de construção do conhecimento. Para Sasseron (2015), “nas ciências da natureza, a construção de argumentos deflagra a busca por entendimento, validação e aceitação de proposições e processos de investigação em que justificativas e condições de contorno e de refutação precisam ser explicitadas” (Sasseron, 2015, p. 60).

Corroborando os elementos apresentados, estudos sobre as práticas argumentativas em aulas de ciências enfatizam a importância das interações discursivas e destacam um viés didático nos processos argumentativos em situações de ensino (Lidar; Lundqvist; Östman, 2005; Silva, 2009; Jiménez-Aleixandre; Rodriguez; Duschl, 2000). Nesse sentido, também, muitos trabalhos sobre a Didática das Ciências apontam sobre a importância da argumentação (e do uso de propostas

investigativas, visando a resolução de problemas) a fim de gerar uma construção sobre a compreensão de conceitos científicos, natureza do trabalho científico e concepções sobre a Ciência (Carvalho, 2004; Teixeira, 2006; Munford; Lima, 2007; Jiménez-Aleixandre, 2004; Sasseron; Carvalho, 2009).

Lemke e Sutton (1997) dão ênfase ao modo como atribuímos significado às palavras, enfatizando a necessidade de se estabelecer relações e tecer conexões entre diversos significados que elas possuem. Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2003) ressaltam a importância de um ensino de ciências capaz de permitir que os estudantes discutam ideias e avaliem alternativas, investigando diferentes explicações, e dessa forma “fazendo” Ciência.

Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2003) compreendem que o processo de construção do discurso é mais importante do que o produto final. Tendo isso, os autores acreditam que o ensino de Ciências deva gerar reflexões e proporcionar a argumentação em sala de aula, não sendo apenas voltado à exploração de fenômenos naturais. Ressaltando assim que “por argumentação entende-se a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedentes de outras fontes” (Jiménez-Aleixandre; Bustamante, 2003, p. 360, apud Sasseron, 2011, p. 99).

A partir de compreensões semelhantes, para Jiménez-Aleixandre, Rodríguez e Duschl (2000), a argumentação, assim como a construção do conhecimento científico, é uma das bases que conduzem à aprendizagem. Dessa forma, também, os autores compreendem o raciocínio científico como um processo de tomada de decisões, sendo esta defendida pela argumentação elaborada a partir de fatos empíricos e teorias conhecidas.

3.1 A RELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O PADRÃO DE ARGUMENTAÇÃO DE TOULMIN

Toulmin (2006), em seu livro “O uso dos argumentos”, propõe uma estrutura na construção da argumentação. Essa estrutura tem como objetivo compreender o processo de validação de um argumento. O autor destaca que não são todas as argumentações que seguem a relação da estrutura de premissas às conclusões.

Tendo isso, apresenta elementos estruturais na constituição da argumentação, e como eles se relacionam.

Toulmin (2006) pressupõe que a argumentação parte de uma alegação, sendo esta baseada em fatos chamados de dados (D). Os dados fornecem os alicerces para a fundamentação da conclusão (C). Para o autor, a conclusão é o ponto final da argumentação, contudo, não necessariamente precisa apresentar sentido, uma vez que este é construído a partir da união dos demais elementos estruturantes da argumentação.

Além desses dois elementos (D) e (C), Toulmin (2006) propõe outros quatro. Sendo uma delas as garantias (W) que auxiliam na compreensão de como os dados (D) chegam à conclusão (C). As garantias (W) não podem adicionar novas informações, apenas podem apresentar regras ou princípios. Como suporte às garantias, o autor pressupõe o conhecimento básico (B) como estrutura da argumentação.

Os outros dois elementos são a qualificação modal (Q) e a refutação (R). A qualificação modal (Q) é a “força que a garantia empresta à conclusão” (Toulmin, 2006, p. 153, apud Sasseron, 2011, p. 101). Segundo o autor ele é um advérbio apresentado como suporte nos casos em que os dados, garantia e conclusão não são suficientes para que o argumento seja aceito. De forma oposta, tem-se as condições de exceções ou a refutação (R), sendo estas, segundo o autor, o elemento da estrutura da argumentação responsável pelo enfraquecimento e contestação das garantias.

Sasseron (2011, p. 111) constata “uma relação bastante intensa e profícua entre o aparecimento e uso dos indicadores da AC e o padrão de argumentação de Toulmin (2006)”. A autora observou “que o *trabalho com as informações* de que os alunos dispõem (seja no intuito de buscar a sua organização, seriação ou classificação) tem o papel de deixar em evidência o *conhecimento básico* que alicerçará as ideias e as argumentações dos estudantes” (Sasseron, 2011, p. 111), sendo este de grande relevância em uma investigação científica, abrindo-se a possibilidade de alegações por meio de percepções e compreensões. Assim, “quando surge esta alegação, chamada por Toulmin (2006) de *dado*, percebemos o uso de indicadores relacionados ao *levantamento* e estabelecimento de *hipóteses*

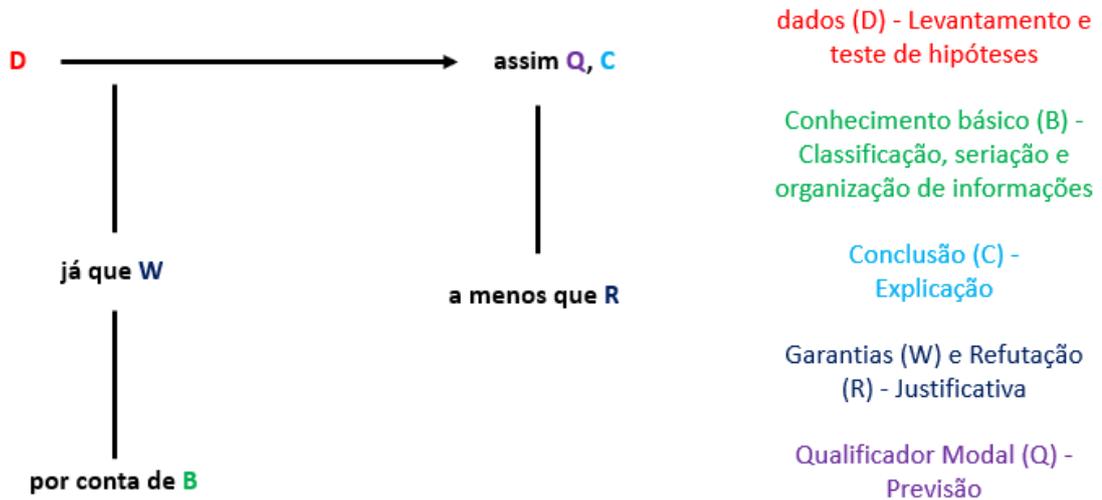
que são trazidas para a discussão como maneira de apresentar a ideia construída ou a se construir” (Sasseron, 2011, p. 112)

Para Toulmin (2006), a *conclusão* possui uma relação direta com os *dados*. Dessa forma, ao se relacionar com os indicadores de AC, Sasseron compreende a *explicação* possuindo uma relação direta à *hipótese* (Sasseron, 2011). A autora pontua que a diferença se constitui pela característica da conclusão de Toulmin (2006) de não precisar apresentar um sentido por si só, apesar de necessária para a compreensão completa da ideia. Pontua, também, a semelhança, sendo esta associada aos elementos de conclusão e explicação, pois possuem a função de assegurar validade à proposição (Sasseron, 2011). Os demais elementos também estão relacionados, para a autora:

[...] uso do indicador *justificativa* pode ser tomado como o uso de *garantias* dentro do padrão de Toulmin (2006), quando a justificativa corrobora positivamente a ideia apresentada, ou pode ser visto como a apresentação de uma *condição de refutação*, caso ela conteste a alegação inicial. Por fim, Toulmin (2006) elenca os *qualificadores modais* como mais um elemento de seu padrão de argumento. Eles são, via de regra, advérbios que dão aval à conclusão obtida. Pensando nos indicadores, perceberemos que este papel cabe às *previsões* que se estabelecem com referência à hipótese trazida para a discussão” (Sasseron, 2011, p. 112)

Para auxiliar na elucidação da relação entre os indicadores de AC (Sasseron 2008) com o padrão de argumentação de Toulmin (2006), tem-se a Figura 1, na qual essa relação é exemplificada por meio de cores. A relação entre o levantamento e o teste de hipóteses com os dados é apresentada em vermelho. A relação entre a classificação, seriação e organização de informações com o conhecimento básico está apresentada em verde. A relação entre a explicação e a conclusão é apresentada em azul Capri. A relação entre a justificativa e as garantias e refutação é apresentada em azul marinho. Já a relação entre a previsão e o qualificador modal é apresentada em roxo.

Figura 1: Relação entre os indicadores de AC e o padrão de argumentação de Toulmin.



Fonte: O autor (2024) adaptado de (Toulmin, 2006, apud, Sasseron, 2011, p. 111).

A partir de todos esses elementos apresentados, teve-se como imprescindível que a unidade didática fosse baseada em propostas nas quais propiciassem a argumentação dos estudantes, escritas ou discutidas oralmente, sendo essas essenciais em um cidadão considerado alfabetizado cientificamente. Ressalta-se que é por meio das argumentações que se possibilita uma das formas de se observar os indicadores de AC (Sasseron, 2015), estes sendo fundamentais para o objetivo desta pesquisa.

4. A COMPONENTE CURRICULAR DE ASTRONOMIA NO ITINERÁRIO FORMATIVO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

O estudo da Astronomia contempla conteúdos interdisciplinares que são fundamentais para o entendimento dos alunos sobre o universo (Langhi; Nardi, 2014). Porém, muitas vezes, ela acaba por não ser abordada no EM, mesmo tendo o potencial de se inter-relacionar com várias habilidades presentes na BNCC. Conseqüentemente, existe um déficit nessa área do conhecimento nas escolas (Marcelino, 2020). Em pleno século XXI ainda existem pessoas se formando no EM que pensam que o Sol é uma bola de fogo ou que a Terra é plana (Langhi, 2004). Também, o déficit de conhecimento desta área das ciências pode ser percebido, por exemplo, pelo crescimento do movimento terraplanista no Brasil e pelas concepções alternativas sobre fenômenos naturais (Iachel; Langhi; Scalvi, 2008).

Tendo isso, lecionar Astronomia na Educação Básica (EB) permite aos estudantes o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda do universo, desde sua origem e estrutura, até sua evolução e fenômenos advindos de objetos celestes. Dessa forma, justifica-se a necessidade de intervenções que reduzam esse déficit de conhecimento, pois o céu é o lugar dos seres humanos, e é algo que deve ser esclarecido para todos, uma vez que isso é fundamental para a compreensão do mundo (Gama; Bagdonas, 2010).

Tal mudança pode acontecer com a introdução dos itinerários formativos no EM, pois abriu-se espaço para uma questão que é discutida na bibliografia e no meio acadêmico: a importância de a Astronomia ter mais espaço na EB (Dias; Santa Rita, 2008; Santos; Voelzke; Araújo, 2012; Mota; De Moraes Bonomini; Rosado, 2009; Langhi; Nardi, 2014).

Na componente curricular eletiva de Astronomia, podem-se relacionar outras áreas do conhecimento, como: Física, Química, Biologia, Matemática, Geografia, Português e Literatura (Langhi, 2009). Esse aspecto evidencia um potencial interdisciplinar ímpar, permitindo uma compreensão mais completa das ciências naturais. Além dessas áreas do conhecimento, o estudo sobre Astronomia também gera uma reflexão quanto à perspectiva histórica, ao se demonstrar como a visão de mundo mudou ao longo das descobertas astronômicas.

Dessa forma, uma componente curricular de Astronomia também possibilita o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), uma vez que essa componente curricular eletiva inclui a compreensão dos efeitos astronômicos sobre o clima, estações do ano, marés e outros fenômenos terrestres. Tudo isso possibilita discussões sobre o aquecimento global e a necessidade de preservação ambiental do nosso planeta. Ainda sobre o enfoque CTS, tem-se a reflexão sobre tecnologias que foram desenvolvidas para o estudo da área e atualmente fazem parte do cotidiano dos estudantes, como as câmeras de *smartphones*. Além disso, essa componente curricular eletiva possui diversos recursos tecnológicos que podem ser explorados em sala de aula, como, por exemplo, o *software Stellarium*, que possibilita estudar o universo de forma 3D e é um grande motivador de interesse científico e tecnológico.

A sociedade está cada vez mais conectada com a ciência e a tecnologia, com isso, a compreensão das pessoas acerca desses assuntos é importante para haver um desenvolvimento não apenas social, mas também econômico (Auler; Delizoivoc, 2001). Nesse sentido, faz-se necessário a democratização dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Uma das formas de concretização dessa democratização é por meio da educação, na qual crianças, jovens e adultos podem aprender habilidades e competências necessárias para que tenham uma visão não apenas superficial da tecnologia, mas possibilitando, também, que possam compreender e pensar criticamente sobre o assunto. Desse modo, o Letramento Científico é inserido na BNCC.

A BNCC utiliza o termo “Letramento Científico”, contudo, não aponta como os professores, equipe diretiva e a comunidade escolar podem trabalhar para contribuir com a capacidade dos estudantes de compreender, interpretar o mundo e transformá-lo com bases teóricas (Branco, 2018). Assim, fica a cargo dos docentes desenvolverem estratégias didáticas e metodológicas.

A formação de um cidadão que é alfabetizado cientificamente é de suma importância para uma instituição de ensino, e a componente curricular eletiva de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza possui um alto potencial para o desenvolvimento de habilidades e competências para essa formação. Com isso, a componente curricular eletiva de Astronomia possibilita aos estudantes a

aplicação de métodos científicos na prática, incentivando o pensamento crítico, a investigação e a resolução de problemas.

Não obstante, a oportunidade de explorar os mistérios e os segredos do universo possuem um alto potencial de despertar a curiosidade e instigar o interesse científico dos estudantes. Dessa forma, a Astronomia é um fator motivador para que os estudantes considerem carreiras científicas, como Física, Astrofísica e ciências afins (Marcelino; Rocha Filho; Denardin, 2021).

Levando-se em consideração todos os elementos apresentados, tem-se que, a priori, a componente curricular eletiva de Astronomia do Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, possui todas as características necessárias para potencializar a AC dos estudantes da EB. Evidenciando-se, assim, um amplo leque de oportunidades para trabalhar com as habilidades e competências, contemplando todo o espectro dos três eixos estruturantes da AC: possibilitar a aquisição e compreensão do vocabulário científico e o entendimento dos seus conceitos e aplicações práticas (Eixo 1); proporcionar a reflexão que ciência é uma atividade humana sujeita a mudanças e influências culturais, possibilitando compreensão de como a ciência se desenvolve e como são os seus processos, compreendendo que ela não fornece respostas definitivas, mas sim explicações provisórias baseadas em evidências presentes no momento (Eixo 2); possibilitar a conscientização dos impactos que as ciências e suas tecnologias têm na sociedade e no ambiente, incluindo ponderar implicações a médio e longo prazo de decisões relacionadas a CTS (Eixo 3).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa.

5.1 ABORDAGEM DA PESQUISA: PESQUISA QUALITATIVA

A pesquisa relatada possui abordagem qualitativa uma vez que o objetivo foi analisar compreensões e potencialidades na AC dos estudantes do EM em uma unidade didática sobre a Ida do Homem à Lua na componente curricular eletiva de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Os aspectos quantitativos não se enquadram nessa abordagem de aprendizagem uma vez que a prioridade é o seu processo. Bogdan e Biklen apontam algumas características de uma investigação qualitativa, como 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” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 47).

Bogdan e Biklen também ponderam que se deve tomar cuidado para que a pesquisa qualitativa não seja operada de forma indutivista, pois não se deve tirar conclusões a priori, e sim oportunizar que as questões emergjam no processo da pesquisa (Bogdan; Biklen, 1994).

5.2 O ESTUDO DE CASO COMO TIPO DE PESQUISA

A pesquisa se caracteriza como um estudo de caso (Yin, 2015), uma vez que ela tem como área de atuação um contexto específico. O estudo de caso é “usado em muitas situações, para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e relacionados” (Yin, 2015, p. 4).

O estudo de caso é um tipo de pesquisa qualitativa que permite a compreensão de situações complexas a partir de individualidades de uma pequena “amostra” que, ao ser analisada adequadamente, possui potencial de generalização. Segundo Ponte (2006), o estudo de caso:

É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenómeno de interesse.” (Ponte, 2006, p. 2).

5.3 INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS DE COLETA DE DADOS

A pesquisa aconteceu ao longo de uma unidade didática em uma componente curricular eletiva de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A coleta de dados envolveu diferentes instrumentos e estratégias, se aproximando do conceito de triangulação, pois

a triangulação de dados ajuda a tratar a condição técnica distintiva, por meio da qual um estudo de caso terá mais variáveis de interesse do que pontos de dados. Dentre as variações em estudos de caso, um estudo de caso pode incluir casos únicos ou múltiplos, pode ser limitado a evidências quantitativas e pode ser um método útil para fazer uma avaliação.” (Yin, 2015, p, 2)

Essa estratégia constitui-se em fazer os 4 tipos básicos de coleta de dados de uma pesquisa qualitativa (Creswell, 2007), sendo eles, de acordo com Creswell (2007): “observações, entrevistas, documentos e materiais audiovisuais. Dessa forma, assegura-se um dos tipos de validade da análise futura” (Creswell, 2007, p. 207).

As observações foram do tipo participante, no qual o pesquisador possui uma experiência em primeira mão com os participantes (Creswell, 2007). Creswell (2007) aponta que o pesquisador, ao optar por esse tipo de observação, pode ser visto como intruso. Contudo, como o pesquisador nesta pesquisa foi o próprio professor dos participantes, esse aspecto não foi um problema.

O tipo de coleta de dados referente às entrevistas em grupo (Creswell, 2007) foram adaptadas à sala de aula, na qual o professor fez as questões de reflexão para a turma. Este tipo de coleta de dados se faz interessante uma vez que o professor

pode analisar as habilidades de argumentação em discussões, além de perceber informações congruentes e divergentes do grupo.

Foram utilizados também questionários, sendo estes instrumentos de coleta de dados de baixo custo e entregues à mão, sendo impressos previamente à aula. Eles são úteis para se obter informações que as outras formas de coleta de dados não conseguiriam, ou conseguiriam com menos eficiência (Golderberg, 2011). 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).

Materiais audiovisuais também foram utilizados como instrumentos de coleta de dados para análise. Nesta pesquisa, esses materiais foram: cartazes, áudios e produções artísticas no geral. Creswell (2007) pondera que esse tipo de dado pode ser difícil de ser analisado, porém produções como áudios podem ser transcritos e analisados por métodos qualitativos de análise de dados. Esse foi o caso do Júri Simulado.

5.4 MÉTODO DE ANÁLISE

Como método para analisar os dados coletados durante a unidade didática “A ida do homem à Lua” foi utilizado a Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes; Galiazzi, 2016). Segundo os autores:

A análise textual discursiva corresponde a uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos. Insere-se entre os extremos da análise de conteúdo e a análise de discurso, representando, diferentemente destas, um movimento interpretativo de caráter hermenêutico. (Moraes; Galiazzi, 2016, p. 13).

Desse modo a ATD, de acordo com os autores, encontra-se entre a Análise de Discurso (AD) e a Análise de Conteúdo (AC) por possuir características em comum entre ambas. Por meio de etapas pré-determinadas, a ATD estimula a inserção do pesquisador nas questões de pesquisa, visando a construção de novas compreensões (Moraes; Galiazzi, 2016).

A ATD pode ser realizada de forma *a priori* ou *emergente* quanto a definição das categorias finais. O processo de ATD com categorias finais *emergentes* é constituído por 3 etapas. A primeira etapa é a unitarização, na qual os textos produzidos são fragmentados em pequenos trechos, assim formando as unidades de sentido. A segunda etapa é a categorização, na qual as unidades de sentido são agrupadas pelas suas congruências em categorias iniciais, depois em categorias intermediárias e, finalmente, em categorias finais. Aquelas são menores e mais específicas, estas, maiores e mais gerais. Já a terceira etapa é a elaboração dos metatextos, chamada de “comunicação do novo emergente” (Moraes; Galiuzzi, 2016, p. 116), na qual os autores, a partir das categorias que emergiram, fazem uma interpretação a fim de construir uma compreensão dos textos e produzir um novo conhecimento.

Esta pesquisa teve sua análise pautada em categorias finais *a priori*. Com isso, diferencia-se do processo com categorias emergentes pelo fato de não possuir categoriais iniciais nem intermediária. As categorias finais emergentes são definidas a partir do referencial teórico utilizado. Deste modo, as etapas são: 1) a fragmentação do *corpus* do texto em unidades de sentido. 2) a convergência dessas unidades de sentido com as Categorias Finais definidas *a priori*. 3) a elaboração dos metatextos.

Para uma melhor compreensão, as três etapas principais da ATD serão detalhadas nas próximas subseções.

5.4.1 Unitarização: desmontagens de textos

A unitarização é a primeira etapa da ATD. Esta etapa inicia pela examinação minuciosa do *corpus* dos textos a partir da imersão do pesquisador e compreensão geral das ideias que ele possui. Em seguida, começa o processo de fragmentação do texto em unidades de sentido (US) condizentes com o fenômeno observado (Moraes; Galiuzzi, 2016). Na visão dos autores a unitarização é considerada:

um processo que produz desordem a partir de um conjunto de textos ordenados. Torna caótico o que era ordenado. Nesse espaço uma nova ordem pode constituir-se às custas da desordem. O estabelecimento de novas relações entre os elementos unitários de base possibilita a construção de uma nova ordem, representando uma nova compreensão em relação aos fenômenos investigados (Morais; Galiuzzi, 2007, p.21).

A utilização de códigos para identificar as unidades de sentido durante os processos da ATD se faz importante para Moraes e Galiuzzi (2016). Ressalta-se que nessa etapa a autoria e a subjetividade do pesquisador se fazem importantes, pois a partir dessa codificação, o pesquisador possui uma maior capacidade de organização o que, dessa forma, possibilita um nível maior de compreensão dos sentidos presentes nas fragmentações do texto e fenômenos estudados.

A unitarização pode ser compreendida em três etapas. A primeira sendo a fragmentação dos textos e codificação das unidades de sentido. A segunda sendo a reescrita de cada uma das unidades de sentido visando a atribuir o significado do que está sendo observado. A terceira é a atribuição de título para a unidade de sentido, assim auxiliando na próxima etapa da ATD, a categorização.

5.4.2 Categorização: o estabelecimento de relações

A etapa de categorização “corresponde a uma organização, ordenamento e agrupamento de conjuntos de unidades de análise, sempre no sentido de conseguir expressar novas compreensões dos fenômenos investigados.” (Moraes; Galiuzzi, 2016, p. 96).

Dessa forma, a categorização visa a agrupar unidades de sentido que possuem ideias semelhantes e classificá-las, buscando contribuir com a compreensão sobre o que está sendo estudado. Assim, “um conjunto desorganizado de elementos unitários é ordenado no sentido de expressar novas compreensões atingidas no decorrer da pesquisa.” (Moraes; Galiuzzi, 2016, p. 97).

A categorização pode ter seu processo constituído por duas formas, sendo estas compreendidas como “*emergente*” e “*a priori*”. A categorização *emergente* se constitui em um processo autônomo em que o pesquisador não poderá partir de hipóteses pré-determinadas. As unidades de sentido deverão ser agrupadas em meio ao caos e desordem, ficando a cargo da interpretação do pesquisador estabelecer relações e classificar o agrupamento das unidades de sentido por meio da similaridade entre as ideias apresentadas. Desse processo constroem-se as categorias emergentes.

Já a categorização compreendida como *a priori* parte de pressupostos teóricos, sendo estes fundamentados pela bibliografia que o pesquisador julga

pertinente à pesquisa. Dessa forma, esse processo busca compreender as unidades de sentido em categorias já definidas previamente. Nesse processo, as categorias serão como se fossem “caixas, nas quais as unidades de análise serão colocadas ou organizadas” (Moraes, 2003, p.7). Dessa forma, a pesquisa possui “abordagens mais voltadas à verificação de hipóteses, quantificação e enumeração, valorizando a objetividade.” (Moraes; Galiazzi, 2016, p. 109). Tendo isso, a categorização *a priori* pode, além de verificar as convergências das unidades de sentido, analisar a própria fundamentação teórica que embasou as categorias finais, corroborando à sua validação ou apresentando um elemento de refutação.

Moraes e Galiazzi (2016) defendem que para construir categorias consideradas válidas, elas precisam ter relação e ser coerentes com o contexto estudado, o que os autores chamam de validade contextual. Precisam, também, possuir um respaldo teórico pertinente à investigação, capaz de validá-la. Além desses fatores, a homogeneidade se faz importante, esta sendo compreendida quando a categorização apresenta um conceito contínuo em sua construção.

Os autores também apresentam critérios quanto à saturação de unidades de sentido presentes nas categorias, este se dá quando o fenômeno pesquisado já foi pertinentemente estudado. Dessa forma, novas unidades de sentido, que não contribuem com o entendimento do fenômeno, irão ocasionar em uma exaustividade. Assim, os autores pontuam que nem todo material deve ser utilizado nas classificações, pois nem todo material será eficiente para análise.

Quando as categorias estão definidas, dá-se a próxima e última etapa do processo da Análise Textual Discursiva: a construção dos metatextos.

5.4.3 Metatextos: o novo emergente

A partir dos elementos apresentados nas subseções anteriores, tem-se início a última etapa fundamental do processo da ATD: a construção dos metatextos, também chamado de “o novo emergente”. A escrita dessa etapa “representa construções e interpretações pessoais do pesquisador, tendo sempre como referência uma fidelidade e respeito às informações obtidas com os sujeitos da pesquisa” (Moraes; Galiazzi, 2016, p. 116).

Moraes e Galiuzzi (2016) acreditam que a construção do metatexto deve ser feito 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). Segundo os autores:

Nesse movimento, o analista, a partir dos argumentos parciais de cada categoria, exercita a explicitação de um argumento aglutinador do todo. Esse é então utilizado para costurar as diferentes categorias entre si, na expressão da compreensão do todo (Moraes; Galiuzzi, 2016, p.30).

Dessa forma, a construção do metatexto deverá alcançar compreensões sobre o fenômeno investigado a partir das interpretações do pesquisador. Para Moraes e Galiuzzi (2016, p. 123), “uma das condições primordiais para construir um texto de qualidade é ter algo novo a dizer”. 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.

5.5 CONTEXTO DA PESQUISA E DESCRIÇÃO DA UNIDADE DIDÁTICA: A IDA DO HOMEM À LUA

Para a realização dessa pesquisa foi planejada uma unidade didática intitulada: “A ida do Homem à Lua”. Esta foi implementada em uma escola privada da região metropolitana de Porto Alegre, com 16 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, durante a componente curricular de Astronomia do Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Sendo ela composta por seis encontros, cada um com duração de 1h40min (dois períodos). A descrição de cada aula será apresentada nos próximos subcapítulos.

Um dos fatores determinantes para a unidade didática dessa pesquisa ser baseada no tema proposto é a familiaridade dos estudantes com a Lua, o corpo celeste mais próximo da Terra e praticamente sempre estar presente no céu, sendo ela fonte de inspiração para diversos filmes, poemas, livros e afins. De outra forma, os objetos celestes mais distantes poderiam não gerar tanto engajamento em aula. Com exceção de corpos celestes como buracos negros, que são intrinsecamente despertadores de interesse pelo seu caráter singular para alguns estudantes (que na

maioria das vezes já possuem esse interesse), a Lua, a priori, “cativa” um maior espectro de estudantes.

Como discutido na seção sobre a Astronomia na sala de aula, essa unidade didática possui o: a) potencial de compreensão sobre a importância da história da ciência, b) a pluralidade e interdisciplinaridade do conteúdo e c) o potencial de reflexão sobre o enfoque CTS e suas consequências econômicas e políticas. Contudo, outro fator determinante para o tema “ida do Homem à Lua” ter sido escolhido para a presente pesquisa é a contextualização com a atualidade, uma vez que se está planejando outra grande viagem espacial, dessa vez à Marte. Dessa forma, essa unidade didática 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, 2012).

Pensando-se na formação de um cidadão crítico, um dos enfoques dessa unidade didática, também, é trabalhar com fake News em episódios de controvérsias sociocientíficas, uma vez que esses, de acordo com Krupczak (2020), possuem o potencial de contribuir com a AC dos estudantes.

Allchin (2011) afirma que muitos instrumentos são incapazes de evidenciar “habilidades do pensamento crítico e analítico dos alunos” (p. 529). Na presente unidade didática não se fez um “pré-teste” e um “pós-teste”, levando-se em conta a cautela em utilizar esses instrumentos avaliativos, pois eles podem ser interpretados como um conteúdo que deve ser meramente memorizado (ainda mais se for um pós-teste), ao invés de ser realmente compreendido pelos estudantes (Allchin, 2011).

Algumas questões dos questionários aplicados nas aulas desta unidade didática foram elaboradas ao se basear no questionário *Views on Science Technology Society* (VOSTS) (Aikenhead; Ryan, 1992). Este instrumento é destinado a indivíduos com mais de 11 anos e possui 114 itens de múltipla escolha. O VOSTS é tido como o principal teste de AC no Brasil, tendo grande relevância mundial (Vizzotto, 2021), ele explora temas relativos a: a essência da Ciência; as características de um cientista; o desenvolvimento do conhecimento científico; as implicações do ensino de Ciências na sociedade; e o impacto da sociedade na

Tecnologia e na Ciência. O VOSTS foi escolhido como exemplo para se adaptar aos questionários aplicados na unidade didática uma vez que seu objetivo não é meramente fornecer um escore numérico baseado em acertos e erros, mas sim avaliar a compreensão dos estudantes (Vizzotto, 2021), o que vai ao encontro do interesse da pesquisa. Quanto às outras formas de coleta de dados, como por meio de gravação de áudio e transcrição de argumentações, por exemplo, elas foram realizadas durante discussões e reflexões sobre o tema proposto na aula. O Quadro 1 apresenta a estrutura da unidade didática.

Quadro 1: Estrutura da unidade didática acerca da Ida do Homem à Lua.

Encontro	temática
Aula 1	A História da Observação da Lua
Aula 2	A Corrida Espacial
Aula 3	Organização do Júri Simulado
Aula 4	Fake News: o ser humano pisou na Lua?
Aula 5	Júri Simulado: A ida do Brasil à Lua
Aula 6	Reflexões sobre a unidade didática

Fonte: o autor (2024)

A seguir, cada encontro da unidade didática é detalhado.

5.5.1 Aula 1: A História da Observação da Lua

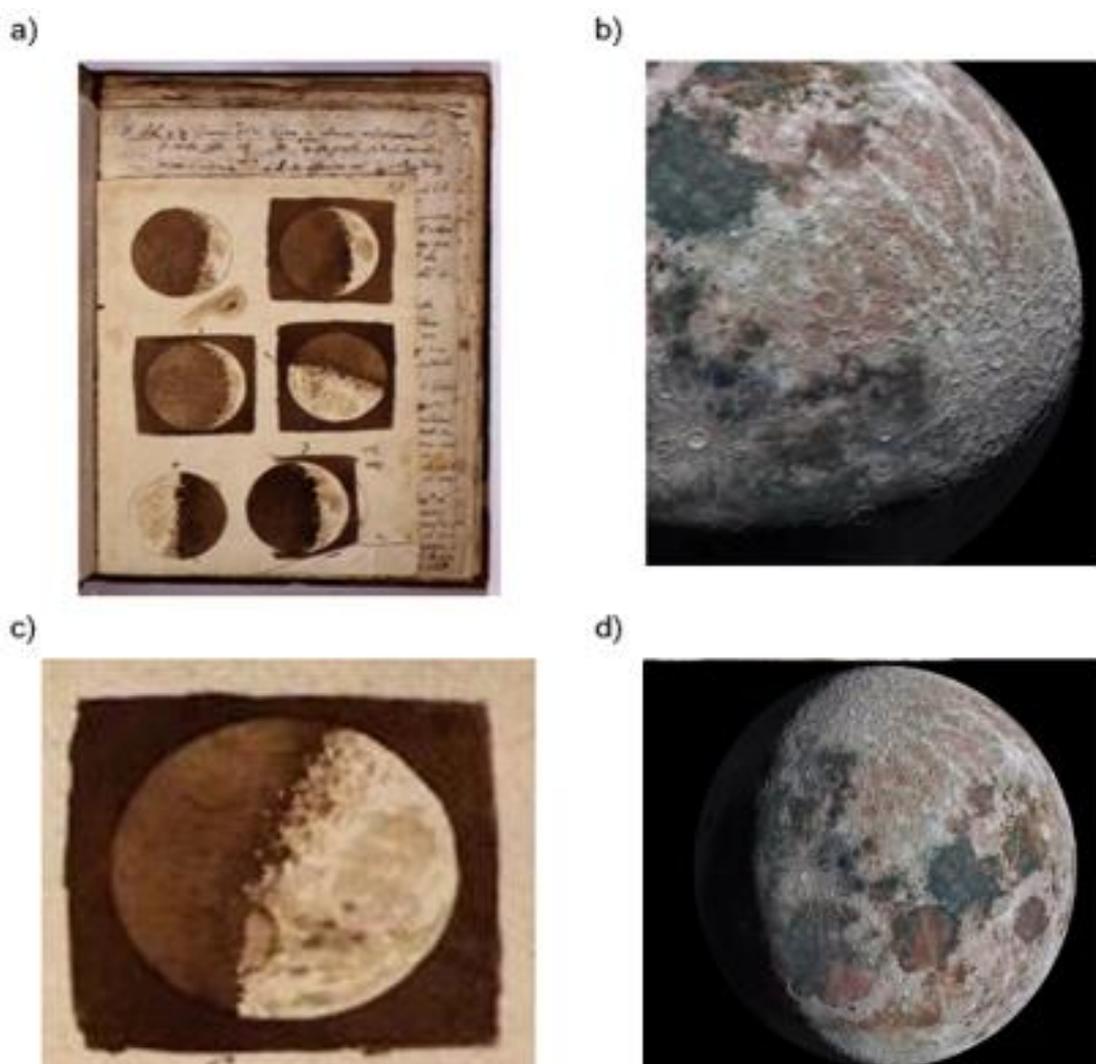
A aula foi dividida em duas partes, cada uma com dois momentos. O primeiro momento com a parte expositiva e o segundo com a coleta de dados.

Sobre a primeira parte: o primeiro momento foi sobre a exposição do conteúdo e informações acerca da Lua, com imagens do trabalho de Galileu Galilei e imagens atuais. O segundo momento foi a aplicação de um questionário possuindo uma pergunta aberta sobre as imagens, a fim de potencializar uma reflexão sobre elas.

No primeiro momento da aula, por meio de slides apresentados por um projetor, o professor fez uma exposição de revisão do conteúdo sobre a origem da Lua, fases, movimentos e consequências de sua existência. No final dessa exposição, por meio da história da observação da Lua, o cientista Galileu Galilei foi abordado e seus desenhos da Lua ao observá-la através de um telescópio foram apresentados.

No segundo momento da aula foi aplicado um questionário envolvendo a comparação entre os desenhos da Lua de Galileu Galilei (1610) (Figura 2.a) e uma imagem do astrofotógrafo curdo Darya Kawa Mirza (2023) (Figura 2.b), possuindo uma pergunta aberta acerca das diferenças entre as imagens. A fim de gerar uma maior simetria de dimensões para comparação, foi apresentado também imagens semelhantes em fase da Lua (Figura 2.c e Figura 2.d) e proporções de tamanho.

Figura 2: a) Primeiros desenhos da Lua por Galileu Galilei. b) Imagem contemporânea ampliada da Lua. c) Recorte de um dos desenhos da Lua de Galileu Galilei. d) Imagem contemporânea completa da Lua.



Fonte: a) e c) Galileu Galilei (1610). b) e d) Darya Kawa Mirza (2023)

Teve-se como objetivo do questionário abordar eixos importantes da AC, como o conteúdo (termos científicos e conceitos), história da ciência, relações e concepções sobre o desenvolvimento das ciências, tecnologia e sociedade. Também objetivou-se gerar reflexões e identificar compreensões sobre como o conhecimento e as concepções da humanidade mudaram ao longo do tempo.

Sobre a segunda parte: o primeiro momento da segunda parte foi a exposição do filme intitulado “Le Voyage dans la Lune” (1902) de Georges Méliès. Esse filme é considerado o primeiro filme de ficção científica, sendo produzido utilizando a estratégia de imagens (*stop motions*) em sequência. Esse filme de curta duração (aproximadamente 15 min) foi escolhido para ser apresentado nessa unidade didática por abordar potenciais características acerca da AC, como o trabalho do cientista e concepções sobre as ciências (Melo; Silva, 2019). Exemplos de algumas dessas: *discussão*, nos quais os membros do clube de ciências de Paris ponderam sobre uma viagem à Lua. *Levantamento de hipóteses e elaboração de projetos* no qual o professor apresenta suas ideias durante a discussão. *Execução do projeto, colaboração entre cientistas e teste da hipótese*, momento em que eles montam o foguete para ir à Lua, etc.

O segundo momento dessa segunda parte foi a aplicação de um questionário possuindo cinco perguntas abertas sobre elementos do filme curta-metragem, a fim de potencializar uma reflexão sobre eles.

5.5.2 Aula 2: A Corrida Espacial

Da mesma forma que a primeira, a segunda aula foi dividida em dois momentos. No primeiro momento foi exibido um documentário sobre a Corrida Espacial, apresentado por meio de um projetor multimídia. O segundo momento foi constituído por um questionário contendo seis perguntas abertas, voltadas ao interesse da pesquisa, impresso previamente a aula e entregue aos estudantes para que eles o respondessem.

Optou-se por um documentário pelo seu caráter dinâmico ao trazer elementos visuais e sonoros, visando com que os estudantes mantivessem sua atenção na aula. O documentário é intitulado “Guerra Fria - EUA vs URSS” e pode ser encontrado no canal “Canal Nostalgia” no site de vídeos “*youtube.com*”. Esse

documentário teve o suporte teórico de historiadores, e a qualidade do conteúdo apresentado, desde a veracidade das informações até a forma como elas foram apresentadas, passaram pelo crivo do professor. Esse documentário foi escolhido porque nele são apresentados diversos fatores que contribuem para reflexões importantes relacionadas com a temática da unidade didática e a AC, como: motivações para o início da corrida espacial, implicações sociais e políticas na construção do conhecimento científico, implicações sobre o desenvolvimento tecnológico, contexto histórico geral, consequências econômicas, questões éticas e morais no lançamento dos foguetes com animais, entre outros.

Tendo isso, considerou-se pertinente dedicar uma aula sobre esse capítulo da história da Ciência pelas múltiplas potencialidades que ela proporciona, tanto na reflexão sobre os processos do conhecimento científico quanto na compreensão de que a ciência é uma construção humana, sendo sujeita a implicações políticas, sociais e culturais.

5.5.3 Aula 3: Organização do Júri Simulado

Considerando-se a importância da argumentação e a abordagem de resolução de problemas (Carvalho, 2004; Munford; Lima, 2007; Jiménez-Aleixandre, 2004; Sasseron; Carvalho, 2008), optou-se pela proposta de aula envolvendo a dinâmica do júri simulado. Esta possui a potencialidade de desenvolver habilidades argumentativas e pensamento crítico a fim de resolver o problema proposto (objeto de votação), além do conteúdo abordado (Stumpf; Oliveira, 2016). A aula 3 foi utilizada com a finalidade de organizar o júri simulado, dividindo os estudantes em grupos e orientando-os quanto à realização de suas tarefas. A realização da atividade prática do Júri Simulado foi agendada para a aula 5. Foi apresentado, então, o seguinte texto e informações de contextualização para o júri simulado:

“No dia 24 de outubro de 2023 irá ocorrer uma discussão sobre o projeto da ida do Brasil à Lua pela Agência Espacial Brasileira, e a votação para aprovação ou reprovação dele. A Agência Espacial Brasileira é a autarquia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação responsável pelo programa espacial do Brasil. Ela opera um espaçoporto em Alcântara, Maranhão, e uma base de lançamento espacial na Barreira do Inferno, Rio Grande do Norte. O evento terá cobertura e divulgação midiática. Fundação: 10 de

fevereiro de 1994. Agência mãe: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Atribuições: Desenvolvimento das atividades espaciais. Criação: 10 de fevereiro de 1994 (29 anos). (O Programa Espacial Brasileiro foi iniciado em 1961). Natureza jurídica: Autarquia Número de funcionários: 100 (2020). Orçamento anual: 204,76 milhões (2020)” (Gov.br).

O professor foi o responsável pelo papel do juiz, assim orientando o andamento do júri simulado. A turma foi dividida em três grupos e a organização foi a seguinte:

Grupo a favor do projeto sobre a ida do Brasil à Lua: composto por cinco estudantes. Quatro integrantes do grupo tiveram que elaborar um argumento a favor da ida do Brasil à Lua e um deles elaborou dois argumentos (porque o outro grupo tem um integrante a mais).

Grupo contra o projeto sobre a ida do Brasil à Lua: composto por seis estudantes. Os integrantes do grupo tiveram que elaborar, cada um, um argumento contrário à ida do Brasil à Lua.

Grupo dos repórteres e júri: Esse grupo possui duas tarefas distintas. Como o júri só participa da atividade no momento de concluir o júri simulado, para não ficarem ociosos durante todo o período anterior a ele, eles foram encarregados de atuarem como repórteres, tendo que elaborar e produzir notícias sobre a proposta do júri em formato de vídeo, jornal e publicação em mídias digitais.

O professor levou a proposta da formação dos grupos e seus integrantes para aula, sendo pensado previamente de acordo com as características e afinidades dos estudantes, a fim de potencializar o desenvolvimento das habilidades durante a atividade. Levou-se em consideração a afinidade entre os estudantes e suas características particulares. Com o tempo de aula restante, após a definição dos grupos e seus respectivos membros, dos quais apenas dois pediram para trocar de grupo, o professor solicitou que os estudantes comesçassem a elaborar seus argumentos e os colocassem no fórum do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) utilizado pelo colégio. O objetivo da postagem dos argumentos é possibilitar que o outro grupo se prepare para o júri, elaborando contra-argumentos. O professor solicitou essa postagem prevendo que poderiam trazer elementos específicos demais como argumentos, como leis ou quantidade de verba destinada para o projeto, de forma que impossibilite uma discussão por falta de conhecimento específicos. No caso do grupo dos repórteres e júri, ao invés de elaborarem os

argumentos, eles utilizaram o restante da aula para confeccionarem o roteiro e os textos de divulgação do júri simulado. Esse material foi postado no AVA e foi utilizado, também, como dados para a análise da pesquisa.

5.5.4 Aula 4: Fake News: o ser humano pisou na Lua?

Levando-se em conta a importância de se avaliar informações com um olhar crítico para a caracterização de uma pessoa alfabetizada cientificamente, elaborou-se a 4ª aula da presente unidade didática. Dessa forma, foram distribuídas cinco folhas impressas, cada uma contendo um argumento diferente utilizado por negacionistas sobre a ida do ser humano à Lua (e uma respectiva imagem ilustrativa), com cada um deles contendo o mesmo texto introdutório:

Quase tão antiga quanto a ida do homem à Lua é a crença de que o homem nunca foi à Lua. Logo que Neil Armstrong deu o "pequeno passo para um homem", adeptos de teorias da conspiração começaram a denunciar que tudo não passava de um grande passo para a falsidade. Segundo pesquisa divulgada nesta semana pelo Datafolha, 26% dos brasileiros acreditam que foi uma farsa. Para essa turma, a operação Apollo seria apenas uma encenação feita pelos Estados Unidos para desviar as atenções do desastre da Guerra do Vietnã e para vencer, de mentirinha, a corrida espacial contra a União Soviética, que estaria em franca vantagem tecnológica. (Melo, 2019)¹.

Os argumentos que foram escolhidos para essa aula foram:

Argumento 1: “As fotos da chegada do homem à Lua seriam de qualidade altíssima, incompatível com as condições existentes, portanto teriam sido feitas em estúdio” (Melo, 2019), Figura 3.a.

Argumento 2: “Não aparecem estrelas no céu nas imagens feitas durante o pouso na Lua. Segundo os conspiracionistas, elas deveriam estar lá. Para eles, a Nasa teria feito a encenação do pouso sem estrelas para impedir que alguém fosse capaz, pela posição delas, de demonstrar que o filme e as fotos foram produzidos na Terra” (Melo, 2019), Figura 3.b.

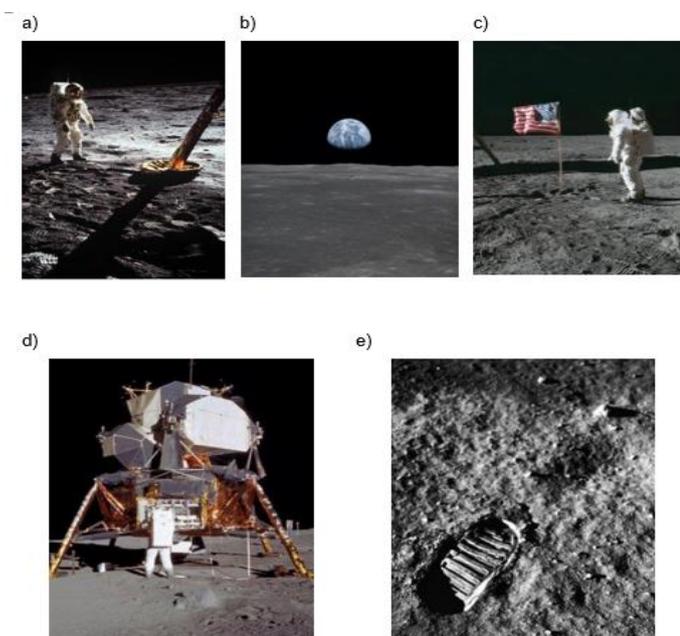
¹ Ver: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/tecnologia/noticia/2019/07/dez-argumentos-de-quem-acha-que-a-ida-do-homem-a-lua-e-uma-farsa-e-por-que-eles-estao-errados-jyakubz903ex01msg3byi6y9.html>. Acesso em: 05 de set. 2023.

Argumento 3: “A bandeira norte-americana fixada pelos astronautas em solo lunar tremulou, apesar de não haver vento na Lua. Para os céticos, significa que a cena foi gravada na Terra e uma brisa balançou o pano” (Melo, 2019), Figura 3.c.

Argumento 4: “No pouso, o módulo lunar deveria ter produzido uma cratera em solo lunar e espalhado muita poeira, formando uma nuvem, dizem os adeptos da teoria de que foi tudo uma encenação” (Melo, 2019), Figura 3.d.

Argumento 5: “As imagens feitas pela Nasa mostram pegadas super nítidas e bem preservadas dos astronautas no solo lunar. O problema é que não há umidade na Lua. Portanto, dizem os adeptos de teorias da conspiração, as pegadas teriam de ser como aquelas que se formam quando pisamos em areia seca” (Melo, 2019), Figura 3.e.

Figura 3: a) A chegada do homem à Lua. b) Ausência de estrelas na imagem na Lua. c) Bandeira norte americana fixada na Lua. d) Módulo lunar após pousar na superfície da Lua. e) Pegadas dos Astronautas no solo Lunar.



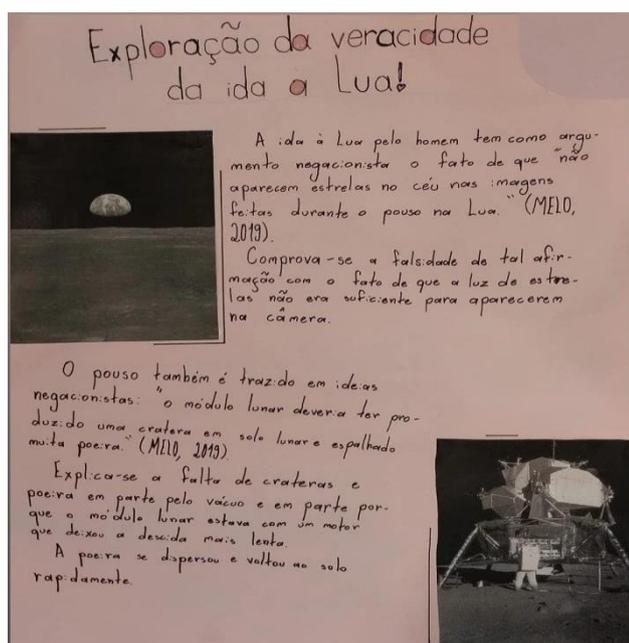
Fonte: Divulgação / NASA.

Juntamente com o material impresso disponibilizado aos estudantes, havia uma única questão: “Você acha o argumento plausível? Por quê?”.

Foi solicitado para que os estudantes se dividissem em grupos para refletir e dialogar sobre o respectivo argumento. Apesar da atividade ser em grupo, cada um deveria escrever sua opinião. Após esse momento, foi solicitado aos estudantes para que os integrantes de cada grupo entrassem em um consenso e apresentassem o argumento juntamente com a opinião do grupo, se é plausível ou não, e o porquê.

Para a realização dessa apresentação, que ocorreu no final da aula, o professor distribuiu cartolinas coloridas, canetas hidrocores e uma imagem impressa correspondente ao argumento, no tamanho de folha A4, preparada previamente à aula. Um dos cartazes confeccionados pelos alunos está reproduzido na Figura 4.

Figura 4: Cartaz apresentando a argumentação dos estudantes.



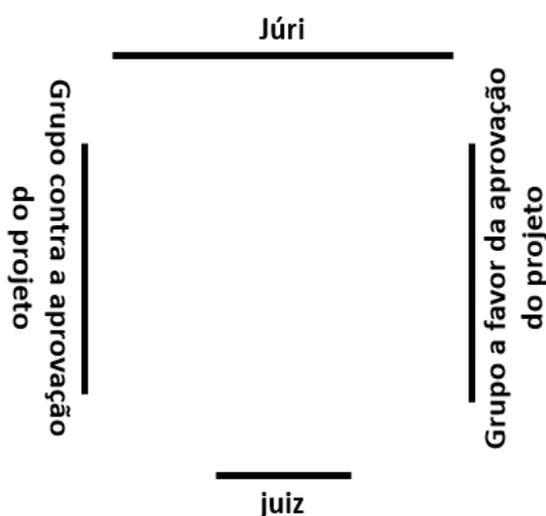
Fonte: o autor (2024)

5.5.5 Aula 5: Júri Simulado: A ida do Brasil à Lua

Na aula 5 foi realizada a atividade prática do júri simulado, envolvendo a votação do projeto acerca da ida do Brasil à Lua. No primeiro momento da aula o professor possibilitou que os estudantes se preparassem para o debate. Enquanto

isso, foi arrumada a disposição das classes da sala de aula, que ficaram organizadas no formato representado na Figura 5.

Figura 5: Disposição das classes durante o tribunal do júri.



Fonte: o autor (2024).

A realização do júri simulado ocorreu ao longo de aproximadamente 55 minutos, sendo que as argumentações ocorreram por aproximadamente 40 minutos. O professor gravou o áudio do júri simulado, este sendo transcrito para posterior análise. Além deste, foi utilizado para análise a argumentação por escrito contendo a justificativa dos votos dos jurados.

Para a organização durante a realização do júri simulado, o professor utilizou um notebook apresentando as roletas digitais contendo o nome dos estudantes para serem sorteados (havia uma para argumentação e uma para a contra-argumentação), conforme o exemplo da Figura 6, e um cronômetro digital. Assim, decidindo a vez de quem iria argumentar e quem iria contra-argumentar. Sendo que, para argumentar o estudante possuía dois minutos, a réplica um minuto e a tréplica um minuto. Após o estudante ser sorteado, o nome dele era retirado a fim de agilizar o andamento do júri simulado.

Figura 6: Exemplo da roleta virtual utilizada para fazer o sorteio de argumentações e contra-argumentações.



Fonte: O autor (2024).

Após todos argumentarem e contra-argumentarem, o júri fez o seu voto e justificou o porquê. O professor fazendo o papel de juiz, leu os votos. Assim, o júri votou pela aprovação do projeto por três votos a dois.

5.5.6 Aula 6: Reflexões sobre a unidade didática

A aula 6 começou com um questionário possuindo 7 perguntas abertas acerca das aulas anteriores, estas possuindo o objetivo de proporcionar a reflexão sobre todas as questões discutidas até então. Após os estudantes responderem, o professor, atuando como mediador, instigou os estudantes a discutirem sobre o que tinham respondido no questionário, como os pontos que mais chamaram atenção, os pontos que não gostaram e os motivos desses pensamentos. Indagou-se, também, o que eles pensavam acerca da construção do conhecimento científico e se algo mudou em suas concepções sobre a Ciência, o cientista e afins. Depois dessa discussão, o professor apresentou um *quiz* virtual contendo questões abordadas ao longo da unidade didática. Cada estudante respondeu com o seu smartphone, e os que não possuíam o aparelho ou não tinham acesso à internet, juntaram-se em duplas com os que tinham. Foi uma atividade dinâmica que demonstrou muito interesse e empenho dos estudantes.

No último momento da aula, houve uma confraternização na qual o professor estimulou que os estudantes apresentassem uma construção sobre a unidade didática com o tema livre (preparada previamente ou durante o período), podendo

ser intelectual ou artística. Os estudantes optaram por continuar a discussão sobre o conteúdo apresentado no *quiz* e os debatidos anteriormente, e depois, apresentaram suas produções. Como era optativo, apenas um pequeno grupo preparou uma apresentação sobre as fases da Lua, e uma estudante apresentou uma maquete artística representando a primeira viagem dos seres humanos à Lua (Figura 7).

Figura 7: Maquete artística representando a primeira viagem dos seres humanos à Lua.



Fonte: O autor (2024).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo os preceitos da Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiazzi, 2016), a análise se iniciou na estrutura do *corpus*. Todos os questionários e a gravação do júri simulado foram transcritos para a coluna de uma planilha eletrônica, sendo identificados por um código que remete ao estudante e à atividade utilizada para coletar aquele texto. Após a leitura atenta e a interpretação dos textos, iniciou-se o processo de unitarização, fragmentando-os em unidades de sentido. Desse processo, foram obtidas 388 unidades de sentido para a realização da análise, visando a responder o objetivo geral desta pesquisa.

No processo de categorização, optou-se por categorias *a priori*, de forma que as três categorias finais correspondem aos três eixos estruturantes de AC (Sasseron, 2008). Visando-se a organização do processo de congruência dessas unidades de sentido com os eixos estruturantes da AC (Sasseron, 2011), foi elaborada uma planilha eletrônica na qual as colunas eram compostas, respectivamente, por “código” para identificar o estudante, a atividade e unidade de sentido, “unidade de sentido” na qual ela estava transcrita e a “categoria final” sendo os eixos estruturantes da AC. Para manter o anonimato dos participantes da pesquisa, os nomes dos estudantes foram substituídos pelo código “Estudante n”, sendo n um número cardinal. Uma tabela ilustrativa dessa planilha pode ser observada a seguir na Figura 8.

Figura 8: Ilustração da planilha utilizada para analisar as unidades de sentido.

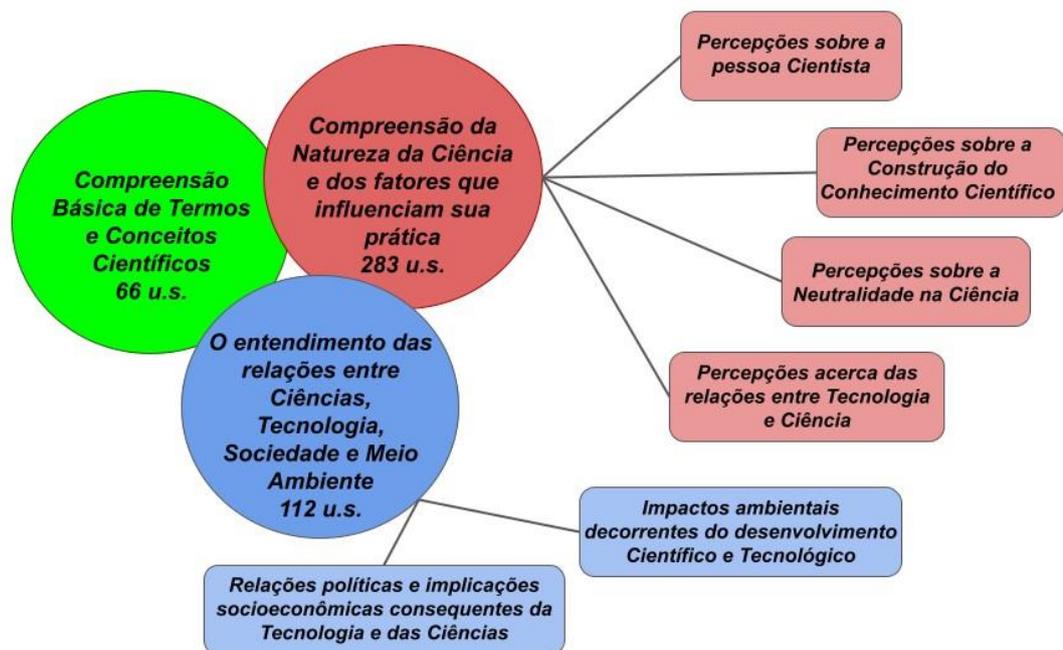
Código (estudante.atividade.unidade de sentido)	Unidade de sentido	Categoria Final (Eixo estruturante da AC)
e11.a2.08	E a terceira coisa foi a parte onde as mulheres só ajudam, nenhuma foi junto para a Lua.	Eixo 2: A compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática
e2.a7.07	A importância do cientista na sociedade é pesquisar coisas das quais pessoas não qualificadas não conseguiriam.	Eixo 2: A compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática
e7.a7.08	Importância do cientista na sociedade é a mover para frente, operando tecnologicamente, criando problemas para antigas soluções e respondendo as mesmas e repetindo o ciclo.	Eixo 2: A compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática
e16.a7.05	Não, pois os cientistas não agem de acordo com a religião e sim pelo método científico e com dados certos.	Eixo 2: A compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática
e4.a7.08	Muitos dos cientistas quais conhecemos hoje tinham ligação com alguma religião sendo a mais presente a católica apostólica romana.	Eixo 2: A compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática
e4.a7.09	Por isso concluo que sim, muitos cientistas foram afetados pelos dogmatismos da igreja.	Eixo 2: A compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática

Fonte: o autor (2024)

A partir desse processo, as unidades de sentido foram categorizadas de acordo com os 3 eixos estruturantes da AC (Sasseron, 2011) constituindo assim as categorias finais. Para a melhor organização da escrita dos metatextos, algumas categorias finais foram estruturadas em subcategorias.

Na Figura 9, os círculos remetem às categoriais finais e os retângulos com cantos arredondados, às subcategorias. Os números presentes na imagem indicam o total de unidades de sentido de cada categoria final/subcategoria.

Figura 9: Categorias e subcategorias construídas no processo de ATD.



Fonte: O autor (2024).

Nas próximas subseções apresentam-se os metatextos de cada uma das categorias finais. Neles, optou-se por grafar em *itálico* as unidades de sentido dos participantes da pesquisa.

6.1 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 unidades de sentido convergentes ao respectivo eixo estruturante de AC (Sasseron, 2008). Esse eixo estruturante consiste

[...] na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.” (Sasseron, 2008, p. 65)

Em vista disso, as unidades de sentido 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 unidades de sentido, 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 na 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 atual, 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 unidade didática. Em um dos momentos de reflexão durante a aula seis, 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, 2008).

Também foram identificadas unidades de sentido que demonstram o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes tendo como fundamentação a compreensão de termos e conceitos científicos. Um exemplo são as argumentações explicitadas durante a atividade sobre as *fake news* que tentam justificar que o ser humano não foi à Lua. Nelas é 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*”.

Essas argumentações apresentam a compreensão do conteúdo sem se tratar de simples memorização, 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 (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 publicamente 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). Segundo os 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 propagam essa desinformação. Tendo isso (e a ciência de que outras

desinformações também são propagadas), 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 da Aula 4: 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, de forma com que eles se familiarizem com a importância de refletir cientificamente sobre informações apresentadas, fazendo com que combatam ações de desinformação e o fenômeno da pós-verdade (Saito, 2020). 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 unidade de sentido do Estudante 7. Durante a atividade do júri simulado, o Estudante 7 argumenta 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 unidade de sentido contém, além de conhecimentos geográficos e geopolíticos, conhecimentos sobre 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.

Concomitantemente, diversas unidades de sentido que constituem essa categoria final trazem elementos que remetem a diversos indicadores de AC (Sasseron, 2008), como por exemplo: “*o foguete (protótipo) representado no filme não iria decolar, a força do “tiro” iria parar antes de chegar na lua, provavelmente pararia no vácuo ou na termosfera/atmosfera.*” (Estudante 4).

No discurso argumentativo do Estudante 4, referente à atividade 1, identificam-se a **organização de informações** provenientes do filme assistido, uma vez que ele comenta: “*o foguete (protótipo) representado no filme*”, em seguida faz uma **previsão** acerca dessa informação “*não iria decolar*”. Tece, também, uma **explicação** para a previsão proferida: “*a força do ‘tiro’ iria parar antes de chegar na lua*”. Considerando sua explicação válida, ele realiza o **levantamento e o teste** (não

concreto) **de uma hipótese** ao **justificar** sua previsão “*provavelmente pararia no vácuo ou na termosfera/atmosfera*”. Contata-se, também, o **raciocínio lógico** possibilitando uma estrutura coesa de argumentação.

Mesmo empregando uma concepção equivocada de força, os indicadores empregados pelo Estudante 4 sustentam sua tese. Isso pode ser corroborado pelo fato da construção do argumento do Estudante 4 percorrer os elementos do padrão da argumentação proposto por Toulmin (2006): o Estudante 4 inicia sua alegação apresentando o seu **dado**: “*o foguete (protótipo) representado no filme*”. Em sequência, indica sua **conclusão**: “*não iria decolar*”. Dando aval a sua conclusão, o Estudante 4 apresenta uma **garantia** ao afirmar: “*a força do “tiro” iria parar antes de chegar na lua, provavelmente pararia no vácuo ou na termosfera/atmosfera*”.

Com isso, tem-se que a Categoria Final 1: “*Compreensão Básica de Termos e Conceitos Científicos*”, traz elementos que contemplam o preconizado no seu respectivo eixo estruturante da AC. Também, ao analisar as unidades de sentido, percebem-se diversos indicadores de AC, como: a **organização de informações**, **previsão**, a construção de uma **explicação** e o uso de **justificativas** para fundamentar argumentos, **levantamento e o teste de hipóteses**, além do **raciocínio lógico** na construção deles (Sasseron, 2008), tendo estes sua estrutura validada pelo padrão de argumentação de Toulmin (2006).

Além disso, destaca-se 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 está sendo trabalhado na unidade didática e “*aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia*” (Sasseron, 2008, p. 65).

Por fim, as atividades propostas também permitiram o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes.

6.2 CATEGORIA FINAL 2: COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA 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 unidades de sentido convergentes a esse respectivo eixo estruturante de AC (Sasseron, 2008). Esse eixo estruturante preocupa-se com a

[...] ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista para a sala de aula, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, este eixo fornece-nos subsídios para que o caráter inerente às investigações científicas seja colocado em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão. (Sasseron, 2008, p. 65)

Nessa perspectiva, as unidades de sentido que apresentam elementos que vão ao encontro desse eixo estruturante são analisadas. Esta categoria final é composta por quatro subcategorias: *Percepções sobre a pessoa Cientista*, *Percepções sobre a Construção do Conhecimento Científico*, *Percepções sobre a Neutralidade na Ciência* e *Percepções acerca das relações entre Tecnologia e Ciência*.

Aspectos apresentados nessa categoria final contemplam elementos acerca da “Natureza da Ciência”. 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, uma vez que existem diversas abordagens possíveis para a natureza da ciência (Forato; Pietrocola; Martins, 2011). Moura (2014, p.33) entende que a natureza da ciência, 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 unidade de aprendizagem. Isso pode ocorrer também por meio de uma compreensão acerca da natureza da ciência, 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 “Natureza da Ciência” irão dialogar com as subcategorias que constituem essa categoria final.

A **subcategoria 2.1: “Percepções sobre a pessoa Cientista”** apresenta concepções dos estudantes sobre a pessoa cientista, seu trabalho e sua importância na sociedade. A unidade de sentido do Estudante 9 traz uma reflexão sobre a formação do cientista. Para ele: *“Hoje em dia os cientistas precisam de estudos específicos para se formarem e antigamente estudavam o que podiam”* (Estudante 9). Esse pensamento se aproxima do que preconiza Sanmartí (2002, p.39): “A ciência é constituída por um conjunto de especialidades pouco relacionadas entre si: Física, Química, Biologia e Geologia, e, por sua vez: mecânica, óptica, teoria atômica, química orgânica, genética, botânica”. Para a autora, é papel da escola buscar mecanismos para integrar essas diferentes áreas. O fato do estudante 9 estar acostumado com componentes curriculares desconexas umas das outras, possivelmente faz com que ele entenda que a ciência necessita dessa especificidade. Além disso, elementos da história da ciência presentes nos livros didáticos, em geral, são constituídos por biografias curtas dos cientistas, informando datas, formação geral e descoberta realizada (Martins, 2006). Essa abordagem simplista e reducionista pode contribuir para o desenvolvimento de visões distorcidas acerca do trabalho científico, bem como ser o motivo pelo qual o Estudante 9 entende que os cientistas antigamente tivessem formações mais simplórias e gerais.

O Estudante 2 argumenta sobre a importância da qualificação e do conhecimento do cientista: *“A importância do cientista na sociedade é pesquisar coisas das quais pessoas não qualificadas não conseguiriam” (Estudante 2).*

O trecho sublinhado na unidade de sentido do estudante 2 indica que ele compreende que a ciência é constituída por um corpo de conhecimentos próprios. Estes conhecimentos próprios são o que Fleck (2010) entende por estilo de pensamento de cada área disciplinar. É o estilo de pensamento de uma determinada área científica (que Fleck nomeia como coletivo de pensamento) que vai indicar as

questões pertinentes a serem investigadas, os métodos a serem empregados, os dados relevantes. Um olhar fleckiano para o trecho sublinhado remete ao fato de que leigos que não compartilham do estilo de pensamento de uma área científica específica não seriam, por essa razão, capazes de realizar investigações nela.

Corroborando a essa percepção, tem-se a unidade de sentido advinda do Estudante 6: *“Conhecimento, um cientista tem muito conhecimento e pode ajudar os outros.”* (Estudante 6).

A concepção de que o cientista é uma pessoa estudiosa está presente nas unidades de sentido dos estudantes 2 e 6 e já foi identificada em trabalhos como de Fortuna, Grando e Leite (2018) e Breunig *et al.* (2021). Esse último afirma ser importante aos estudantes perceberem que ser “dedicado, curioso e estudioso são essenciais para um cientista, já que esse deve persistir por muito tempo em seus estudos” (Breunig *et al.*, 2021, p. 14). Contudo, muitas das profissões que existem hoje exigem anos de dedicação e estudo, não sendo algo exclusivo dos cientistas.

Com uma percepção mais global sobre a importância do cientista, os Estudantes 8 e 16, acreditam que eles são os responsáveis pelo entendimento não só dos fatores já pontuados, mas também do mundo. O Estudante 8 argumenta que: *“Com as conclusões alcançadas em suas pesquisas, os cientistas são os grandes responsáveis pelo nosso entendimento maior do mundo e até do universo”*. (Estudante 8). Essa mesma percepção é apresentada pelo Estudante 16, ao dizer que *“Os cientistas avaliam a sociedade com suas pesquisas e conclusões avançadas, sendo responsáveis pelo entendimento maior do mundo.”* (Estudante 16). A concepção de que o trabalho do cientista contribui para o entendimento do mundo no qual vivemos está presente em muitos dos estudos que investigam as visões de ciência de estudantes (McComas, 2002; Reis; Galvão, 2006, Fortuna, Grando; Leite, 2018). Esses estudos, em geral, também sinalizam que os cientistas podem trazer tanto benefícios quanto malefícios para a sociedade e o ambiente. Neste estudo, os estudantes silenciaram para aspectos da ciência que podem trazer prejuízos à sociedade, destacando apenas os aspectos benéficos, como os presentes nos seguintes excertos:

“O cientista é super importante. É através dele que temos nossas vacinas, descobrimos se existe alguma doença/vírus agindo na sociedade (assim

como a covid), além dos estudos com o clima, terras e coisas relacionadas ao meio-ambiente.” (Estudante 11).

“O cientista é fundamental para a evolução da sociedade e da humanidade. Várias doenças são erradicadas [...] A área da saúde e a da educação são totalmente favorecidas com o avanço da ciência.” (Estudante 1).

Machado (2017) constata percepções similares às presentes nas unidades de sentido, afirmando que: “Os alunos também ressaltaram que a ciência tem como objetivo buscar a ‘cura para doenças” (Machado, 2017, p. 669). Nesse mesmo sentido, os Estudantes 11 e 1 trazem elementos sobre a percepção da importância do cientista pontuando, além da saúde, a educação e o meio ambiente. Da mesma forma, Reis e Galvão (2006, p. 230) identificaram em seu trabalho que os estudantes “acreditam que a grande finalidade da ciência consiste na resolução dos problemas da humanidade e descrevem os cientistas como pessoas dedicadas à evolução do conhecimento e à melhoria das condições de vida da população”.

Ademais, as relações que os estudantes fazem entre ciência, sociedade, saúde e educação vão de encontro à visão socialmente neutra da ciência (Gil-Pérez *et al.*, 2001). Neste sentido, os estudantes parecem entender que a ciência influencia e é influenciada por diversos fatores, se aproximando da definição de natureza da ciência dada por Moura (2014).

Reis, Rodrigues e Santos (2006, p. 54) destacam que muitas vezes os estudantes concebem o cientista como “[...] um tecnólogo – concebendo o cientista como um inventor de artefatos (e não de conhecimentos) destinados a auxiliar a população.” Os excertos acima parecem indicar que os estudantes não compartilham desta concepção, uma vez que compreendem que os estudos conduzidos pelos cientistas produzem conhecimentos científicos que posteriormente serão aplicados em diferentes contextos para a construção de dispositivos e equipamentos.

Além disso, a compreensão sobre o trabalho da pessoa cientista converge com a visão global da ciência (Faria, 2014). Nesse sentido, Faria (2014) pontua a compreensão dos estudantes quanto ao papel da pessoa cientista para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Na sua revisão da literatura, Driver e colaboradores (1996, p. 49, apud Faria, 2014, p. 8) concluem que “a ciência é comumente vista de uma forma instrumental, como um meio de melhorar a condição humana,

encontrando a cura para certas doenças e inventando novos dispositivos”. Estes elementos estão presentes nas unidades de sentido supracitadas.

Também, emergiu-se a percepção sobre o trabalho das mulheres na ciência: “e a terceira coisa foi a parte onde as mulheres só ajudam, nenhuma foi junto para a Lua” (Estudante 11). Essa unidade de sentido surgiu em resposta referente à atividade envolvendo as cenas que mais chamaram a atenção no filme de curta duração apresentado na Aula 1 “Le Voyage dans la Lune (1902) - Georges Méliès”, e aponta a crítica sobre a invisibilidade (ou no caso, a ausência) das mulheres na Ciência (Lyno; Mayorga, 2016). Conceição e Teixeira (2018) destacam que ao longo da história da ciência as mulheres sempre eram colocadas como coadjuvantes e em papéis de auxiliares, mesmo quando tinham protagonismo nas pesquisas realizadas. Apesar de 37,5% dos participantes desta pesquisa ser composta por meninas, apenas uma unidade de sentido problematiza a questão de gênero na ciência, reforçando o preconizado por Cavalli e Meghioratti (2018, p. 87) que “quando se pensa na atividade científica, esta é normalmente associada a uma atividade masculina”. As autoras complementam que filmes de ficção que apresentam mulheres como cientistas optam por atrizes jovens, belas e com roupas provocantes, similar ao identificado no filme em questão.

No contexto brasileiro, de acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas² (IPT), a participação das mulheres na Ciência se tornou mais frequente a partir das décadas de 60 e 70. De acordo com o IPT, o aumento dos movimentos feministas contribuiu com o crescimento do número de mulheres com cursos universitários, o que ampliou os espaços para participarem dos processos científicos (Grossi *et al.*, 2016). Essa reflexão é importante para que se possa continuar avançando rumo à igualdade de oportunidades e espaços entre mulheres e homens. Essa discussão ter sido apontada em apenas uma unidade de sentido demonstra a necessidade de, enquanto professor, motivar a discussão sobre esse assunto explicitamente em sala de aula em prol de uma ciência mais democrática e crítica (Lima, 2017).

De acordo com Silva (2000), Reis e Galvão (2006) e Gomes (2022), muitas das percepções dos estudantes acerca da pessoa cientista é decorrente da estruturação do currículo escolar e da influência das imagens presentes em filmes,

²Ver: <https://ipt.br>. Acesso em: 08 jan. 2024

desenhos, séries, literatura e meios de comunicação em geral. Muitas vezes essas imagens apresentam uma pessoa que é incompreensível para o estudante e “frequentemente interpretam a ciência como algo complexo e distante da realidade vivenciada por eles” (Faria, 2015, p. 647). Essa abordagem contribui para uma visão individualista e elitista do trabalho do cientista (Gil-Pérez *et al.*, 2001), na qual a ciência seria feita e reservada para gênios isolados, “transmitindo-se assim expectativas negativas à maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual” (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p.133).

Reis e Galvão (2006), preconizam que as visões de ciência exibidas nos meios de comunicação devem ser discutidas criticamente nas salas de aula de ciências. Sobre isso, os autores entendem que cabe aos professores ações de regulação entre o que os meios de comunicação exibem e a educação científica, de forma a:

a) aproveitar as potencialidades educativas dos media, motivando os alunos para questões científicas e tecnológicas, disponibilizando informação socialmente contextualizada e promovendo a reflexão sobre as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; b) minimizar efeitos adversos resultantes da veiculação de imagens estereotipadas e/ou deturpadas acerca da atividade científica; e c) ajudar os seus alunos a assumirem-se como espectadores críticos perante as propostas mediáticas a que são expostos. (Reis; Galvão, 2006, p. 231)

A subcategoria 2.2: “**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, 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.” (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.” (Estudante 6).

Os trechos sublinhados nas unidades de sentido remetem a uma visão eurocêntrica de ciência, na qual o conhecimento científico válido é o europeu/estadunidense (Pinheiro, 2020). 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 confidenciais. As unidades de sentido 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, 2002). 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 unidades de sentido pelo contexto da unidade didática 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 unidade didática, 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) 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. (Grinspun, 1999, p. 28).

Essa competência sobre o senso crítico de informações está presente em uma pessoa alfabetizada cientificamente (Sasseron, 2008). Essa pessoa ao não conceber qualquer informação como verdade, evita, também, a propagação de *fake news*.

Em contrapartida, a visão ingênua da ciência apresentada pelas unidades de sentido que não consideram a cooperatividade científica, não se faz presente no

excerto do Estudante 10 referente à discussão e reflexão da aula 2 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 observado na unidade de sentido 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 e forma colaborativa. Contudo, também existe a competitividade e disputa entre núcleos de pesquisas com concepções distintas, muitas vezes sendo potencializada pela disputa de verbas de pesquisa. O epistemólogo da ciência 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 2.3** apresenta as “**percepções sobre a Neutralidade na Ciência**”. Essas percepções emergiram em discussões sobre a influência de fatores externos à ciência no desenvolvimento do trabalho científico. Muitas unidades de sentido 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 unidades de sentido 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).

“[...] política é quem vai decidir como a ciência será feita, tentando preservar nosso planeta e outras questões políticas que envolvem.” (Estudante 9).

“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 unidade de sentido elaborada conjuntamente pelos estudantes 12 e 15 explicitam como que a política acaba influenciando no desenvolvimento tecnológico, ao passo que os Estudantes 7, 9 e 10 parecem entender que os aspectos éticos da ciência são regulados pela política. Dessa forma, essas unidades de sentido 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 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; Pietrocola, Martins, 2011; Bejarano; Aduriz-Bravo; Bonfim, 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 unidade de sentido 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 unidades de sentido apresentadas mostram 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, 2001).

Além de ser influenciada por fatores externos, a ciência também pode ser influenciada 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 que a ciência funciona de forma algorítmica, seguindo um único, rígido e infalível método científico (Moura, 2014). Esses aspectos são identificados nas unidades de sentido abaixo:

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

“Acho que a ciência é sobre fatos” (Estudante 12).

“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).

“[...] as ciências buscam entender e explicar o mundo natural e social por meio de métodos científicos” (Estudante 8).

“[...] 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, 1998b, 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, em seu ensino, parecem apresentar uma concepção empirista sobre a natureza da ciência, 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 apresentada pelos estudantes durante a unidade didática 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 de Allchin (2014) ao indicar que a Natureza da Ciência deva ser abordada de uma forma mais explícita, a fim de possibilitar 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).

A **subcategoria 2.4: “Percepções acerca das relações entre Tecnologia e Ciência”** tem como um dos principais pontos a compreensão que os estudantes apresentam sobre o desenvolvimento científico como consequência do desenvolvimento tecnológico e vice-versa, apresentando, assim, uma visão coerente da relação entre elas. Já as relações e consequências derivadas de suas interações, juntamente com questões sociais, econômicas, políticas e preocupações ambientais serão discutidas na Categoria Final 3.

Vargas (1994) define a tecnologia como sendo instrumentos e máquinas, associados a sistemas de símbolos, que visam, por meio de conhecimento sistematizado em conjunto de atividades humanas, a construção de obras e a fabricação de produtos. Para Santos (2002), a tecnologia é um conhecimento capaz de modificar e controlar o mundo. Segundo o autor, atualmente a “tecnologia está associada diretamente ao conhecimento científico, de forma que hoje tecnologia e ciência são termos indissociáveis” (Santos, 2002, p. 117).

Essa compreensão da inter-relação entre ciência e tecnologia pode ser observada nas seguintes unidades de sentido: “*Ciência e tecnologia andam lado a lado, quanto mais tecnologia, mais evolução teremos na ciência.*” (Estudante 1). Apresentando a mesma concepção, tem-se o argumento do estudante 6: “[...] a

ciência faz com que a tecnologia evolua e a tecnologia faz com que a ciência evolua” (Estudante 6). Juntamente com essa inter-relação, apresentam-se compreensões sobre sua importância, como: *“A ciência e a tecnologia são muito importantes juntas [...] a tecnologia foi avançando muito em tão pouco tempo que não só nas áreas comuns, a tecnologia também foi evoluindo em outras áreas, contribuindo com o desenvolvimento intelectual da sociedade.”* (Estudante 4).

O fato de os estudantes compreenderem que o avanço da tecnologia contribui para o desenvolvimento da tecnologia sinaliza, de forma implícita, que eles não consideram que o conhecimento científico esteja estático, pronto e acabado (Gil-Pérez *et al.*, 2001). Pelo contrário, assumem que a ciência está em constante transformação, sendo um

[...] conhecimento em contínua mudança, ela [ciência] está sempre se reformando internamente, revendo seus modelos e bases, o que implica que nossa própria percepção dela também muda com o tempo. (Moura, 2014, p. 34).

Dessoando desse entendimento, o Estudante 7 compreende que a ciência não depende da tecnologia para seu avanço: *“Só a ciência pode criar novas tecnologias, simples. Tecnologia depende da ciência, não vice-versa”* (Estudante 7). Possivelmente o Estudante 7 compreende a tecnologia por seu viés instrumentalista de maneira que os dispositivos tecnológicos desenvolvidos são frutos das aplicações de conceitos científicos. Essa compreensão converge com os resultados apontados por Díaz (1995), que constatou que uma parcela dos estudantes possivelmente considera a Tecnologia hierarquicamente inferior à Ciência, na qual pensam aquela ser apenas uma aplicação desta. Essa concepção, por sua vez, aproxima-se de uma visão deformada da ciência denominada por Gil-Pérez *et al.* (2001) como acumulativa de crescimento linear. Nessa concepção “o desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo (Izquierdo, Sanmartí e Espinet, 1999), que ignora as crises e as remodelações profundas (Praia, 1995)” (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 132).

Outras unidades de sentido provenientes dos argumentos dos Estudantes 8, 9, 10 e 14 apontam para a limitação do conhecimento científico como consequência da limitação tecnológica. São exemplos:

“O telescópio que ele (Galileu Galilei) usou tinha uma resolução limitada, por isso não podemos afirmar que é fiel (sua imagem da Lua)” (Estudante 8).

“Isso ocorreu porque na época de Galileu as limitações tecnológicas não permitiam uma observação detalhada da Lua.” (Estudante 9).

“Não, apesar da tentativa de representação idêntica à vista pelo equipamento da época, o desenho de Galileu não é fiel à Lua como podemos observá-la a partir da tecnologia atual” (Estudante 10)

“Na época de Galileu as limitações tecnológicas não permitiam uma observação detalhada da Lua.” (Estudante 14).

Todas essas unidades de sentido apresentam uma visão anacrônica do conhecimento científico (Hygino, 2013), ou seja, os estudantes avaliam o passado a partir dos conhecimentos atuais (Forato, 2009). Eles demonstram não compreender que os cientistas, em suas diferentes épocas, geralmente tinham à disposição os instrumentos mais avançados tecnologicamente para o respectivo período histórico. Segundo Forato (2009), essa percepção é altamente difundida nos livros didáticos e ainda está muito presente entre estudantes e professores.

Considerando-se todos os elementos apresentados a partir da análise das unidades de sentido constituintes da Categoria Final 2, constata-se a contemplação de um amplo espectro de compreensões acerca do respectivo eixo estruturante de AC (Sasseron, 2008). 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 visões dos estudantes acerca da Ciência não são desejáveis. Com isso, evidencia-se a importância de se trabalhar de forma explícita os aspectos da natureza da Ciência 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 e tecnológicas. As relações entre esses três últimos elementos e a reflexão sobre suas implicações sociais, econômicas e ambientais serão analisadas na Categoria Final 3.

Corroborando o entendimento que os estudantes contemplaram o segundo eixo estruturante da AC, as unidades de sentido apresentadas nessa Categoria Final apresentaram diversos indicadores de AC, como: o **levantamento e previsão de hipóteses**, a **seriação e a organização de informações**, a construção de **explicações** e o uso de **justificativas** para fundamentar argumentos, além do **raciocínio lógico** na construção dos mesmos (Sasseron, 2008). Pode-se observar alguns desses indicadores, por exemplo, na unidade de sentido proveniente do Estudante 1:

“O cientista é fundamental para a evolução da sociedade e da humanidade. Várias doenças são erradicadas... A área da saúde e a da educação são totalmente favorecidas com o avanço da ciência.” (Estudante 1).

O Estudante 1 apresenta sua **organização de informações**: *“O cientista é fundamental para a evolução da sociedade e da humanidade. Várias doenças são erradicadas...”*, constando sua **justificativa**: *(Várias doenças são erradicadas)*. Em seguida, tece sua **explicação** ao enunciar a seguinte fase: *“A área da saúde e a da educação são totalmente favorecidas com o avanço da ciência”*.

Também, evidencia-se que as argumentações dos estudantes presentes nas unidades de sentido correspondem com o esperado pelo padrão de argumentação de Toulmin (2006), corroborando à sua validação, como pode-se verificar na mesma unidade de sentido. O Estudante 1 inicia sua argumentação apresentando o seu **dado**: *“O cientista é fundamental para a evolução da sociedade e da humanidade”*. Em sequência, dando aval a sua conclusão, o Estudante 1 apresenta uma **garantia** ao afirmar: *“Várias doenças são erradicadas...”*. Dessa forma, realizando a **conclusão** da sua argumentação com a seguinte frase: *“A área da saúde e a da educação são totalmente favorecidas com o avanço da ciência”*.

6.3 CATEGORIA FINAL 3: O ENTENDIMENTO DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE

A Categoria Final 3 *“O entendimento das relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente”* é constituída por 112 unidades de sentido convergentes

a esse respectivo eixo estruturante da AC (Sasseron, 2008). Esse eixo estruturante trata da:

[...] identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. (Sasseron, 2008, p. 65)

De acordo com Sasseron (2008), trabalhar esse eixo na escola é necessário quando se almeja um futuro sustentável para a sociedade e o planeta. Em vista disso, as unidades de sentido que apresentam compreensões convergentes a esse entendimento são analisadas nessa Categoria Final. Esta é constituída por duas subcategorias, sendo elas apresentadas como: *“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 bibliografia pertinente como enfoque “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS), este abordando o meio ambiente também. O enfoque nos aspectos 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 tem como objetivo, também, alcançar a independência intelectual e o pensamento crítico (Aikenhead, 1987). Neste sentido, Bazzo (1998, p. 34) acredita 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.

A ênfase dos elementos apresentados e suas implicações a longo prazo estão presentes nas unidades de sentido, 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.

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 unidade de sentido 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”.

Por fim, o trecho sublinhado no recorte discursivo do 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 na segunda aula, o Estudante 3 demonstrou uma compreensão mais coerente e complexa acerca das relações CTS, mas também apresentando 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 unidades de sentido relacionadas aos entendimentos da relação entre o meio ambiente e a ciência apontam preocupações quanto ao aquecimento global. As unidades de sentido que serão apresentadas a seguir foram advindas das reflexões ao longo da unidade didática e, principalmente das discussões do júri simulado, momento no qual os Estudantes levantaram a questão quando argumentaram sobre os poluentes dessa possível missão. 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 Climáticas³ (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 prejuízos 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 na terceira aula 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

³ Ver:

https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/ciencia_do_clima/painel_intergovernamental_sobre_mudanca_do_clima.html. Acesso em: 06 de jan. 2024.

uma visão similar, o Estudante 4 tece pontos negativos acerca das relações CTS envolvendo a corrida espacial: *“poluição lunar, lixo no mar, morte dos animais, poluição terrestre e emissão de carbono [...]”* (Estudante 4).

As unidades de sentido 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 unidades de sentido advindas dos Estudantes 4, 6, 7 e 9 apresentam um maior aspecto de fatores envolvidos.

“[...] 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)

As unidades de sentido exemplificadas pelo Estudante 4 compreendem uma das dimensões acerca da neutralidade da Ciência-Tecnologia (Auler, 2006). 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 unidades de sentido ponderam que elas podem contribuir contra 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 de necessidade de

conscientização é corroborado pelas unidades de sentido 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 (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) a indústria do agronegócio e pecuária são os grandes responsáveis pela poluição que consequentemente 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”** remete a uma visão não deformada da ciência, apresentam-se os seguintes argumentos sobre as percepções acerca da Corrida Espacial, nos quais discute-se a concepção do avanço científico e tecnológico como consequência de disputas políticas: “*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 unidade de sentido 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).

O entendimento demonstrado pelas unidades de sentido advindas dos Estudantes 3 e 7 apresentam um conhecimento contextualizado, indo contra a imagem deformada acerca da neutralidade da Ciência, esta, segundo Gil-Pérez *et al.* (2001), não considera as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Dessa forma, evidencia-se a potencialidade de AC envolvendo fatores históricos como fundo de contextualização do conhecimento. Essa contextualização histórica se faz importante, também, para compreensões acerca da Natureza da Ciência. 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).

A unidade de sentido 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.

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 na quinta aula da unidade didática, apresentam-se unidades de sentido 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 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 Natureza da Ciência 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 observado na unidade de sentido 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 unidades de sentido advindas do 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 de compreender as implicações de enfoque CTS a médio e longo prazos. Já as unidades de sentido apresentadas nessa Categoria Final apontam que os estudantes que participaram dessa pesquisa as compreendem e são capazes de argumentar e discutir acerca dessas implicações. Contemplando, assim, o eixo estruturante da AC “O entendimento das relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente” (Sasseron, 2008).

Os elementos apresentados neste debate apontam uma habilidade argumentativa rica em aspectos tidos como necessários para uma pessoa ser

considerada alfabetizada cientificamente (Sasseron, 2008). Desde a própria habilidade argumentativa, apresentada por uma pessoa com senso crítico, 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).

Corroborando o entendimento que os estudantes contemplaram o terceiro eixo estruturante da AC, todos os estudantes apresentaram indicadores de AC em suas argumentações e habilidades importantes quanto ao senso crítico (Sasseron, 2008), como pode-se verificar na unidade de sentido do Estudante 7:

“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).

Seu argumento se constrói da seguinte maneira: inicialmente é **levantada uma hipótese** e fundamenta ao fazer uma **seriação e organização de informações** *“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...”*. Em seguida, ainda utilizando-se da seriação e organização de informações ele tece sua **justificativa**: *“...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”*. O Estudante 7 termina seu argumento apresentando os indicadores de **previsão e explicação** da AC: *“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”*. Também, encontra-

se presente o **raciocínio lógico**, pela forma coesa que o argumento é estruturado pelo estudante ao apresentar seu pensamento.

Ressalta-se que essa argumentação é validada pelo crivo do padrão de argumentação de Toulmin (2006), pois o Estudante 7 inicia sua argumentação ao apresentar **dados**: *“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...”*. Percebe-se que a **conclusão** da argumentação do Estudante 7 está contida nos dados: *“isso poderia resultar futuramente em um crescimento na economia, e aí sim poderíamos investir nas áreas como saneamento básico, hospitais e escolas...”*. Em seguida, o estudante fortalece seu argumento fundamentando seus dados por meio do elemento chamado por Toulmin (2006) de **conhecimento básico**: *“...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”*. Dessa forma, finaliza sua ideia proferindo a **garantia** para a conclusão da sua argumentação com a seguinte frase: *“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”*.

Da mesma forma, pode-se observar os indicadores de AC (Sasseron, 2008) e a relação com o padrão de argumentação de Toulmin (2006) a partir do seguinte trecho proveniente do Estudante 3:

“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)

Esta unidade de sentido apresenta uma argumentação possuindo indicadores de AC, sendo duas **explicações**: *“Porque a exploração espacial [...] trouxe mais conhecimento sobre o que existe fora da Terra”* e *“facilitou a vida por aqui”*. Contendo também os indicadores de AC referentes a **seriação e organização de informações** ao afirmar que: *“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". Estas informações trazem contidas uma **justificativa** ("*ganhavam versões muito úteis para o nosso dia a dia*") que corrobora com a explicação da ideia argumentada.

A partir dessa unidade de sentido, pode-se observar uma não linearidade no padrão da argumentação de Toulmin (2006), pois o Estudante 3 inicia sua argumentação ao apresentar o que seria a **conclusão** da sua ideia: "*Porque a exploração espacial não só trouxe mais conhecimentos sobre o que existe fora da Terra como também facilitou a vida por aqui*". Em seguida, o Estudante 3 apresenta os **dados** que embasam sua argumentação: "*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*". Dessa forma, finaliza sua ideia proferindo a **garantia** para a conclusão da sua argumentação com a seguinte frase: "*ganhavam versões muito úteis para o nosso dia a dia*".

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa relatada nesta dissertação visou a *compreender de que modo uma unidade didática na componente curricular de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias pode promover a Alfabetização Científica de estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola privada de Porto Alegre, Rio Grande do Sul*. A pesquisa apresentada possui caráter qualitativo (Creswell, 2007) e é do tipo estudo de caso (Yin, 2015).

Adotou-se o entendimento de Sasseron (2008) sobre a AC que foi o principal referencial teórico desta pesquisa. Utilizou-se, para tanto dos três eixos estruturantes (Sasseron, 2008) *1) compreensão básica de termos e conceitos científicos, 2) compreensão da natureza e dos fatores que influenciam sua prática e 3) o entendimento das relações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente* como categorias finais *a priori* na Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiazzi, 2016) realizada.

A partir das possibilidades dadas pelo Novo Ensino Médio foi desenvolvida uma unidade didática sobre a *Ida do homem à Lua* no contexto de uma componente curricular eletiva de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de uma escola privada de Porto Alegre. Optou-se por este tema devido à familiaridade dos estudantes, despertar interesse e pelo contexto de viagem espacial que está em voga atualmente, pelos projetos de *Ida do Homem à Marte*.

A unidade didática foi constituída por 6 encontros com duração de 1h40min cada, ministrada pelo professor de Física a 16 estudantes do 1º ano do Ensino Médio. As aulas, em sua maioria, eram divididas em dois momentos, a reflexão sobre o conteúdo e a obtenção de dados para a análise. Cada aula tinha uma característica diferente, a fim de contemplar o maior espectro de interesse dos estudantes. Com isso, foram empregadas estratégias didáticas como: filmes, documentários, júri simulado, exposição de ideias e apresentação de pesquisas e argumentos. A pluralidade metodológica das aulas e atividades se faz relevante para que estudantes com diferentes inteligências as manifestassem nos variados momentos.

Para a coleta de dados durante a unidade didática utilizou-se da estratégia de triangulação (Creswell, 2007), sendo o principal instrumento de coleta o questionário,

este possuindo perguntas abertas voltadas ao interesse da pesquisa (Chizzotti, 2018).

Em relação à ATD, a primeira categoria final “**compreensão básica de termos e conceitos científicos**” foi constituída por 66 unidades de sentido e não apresentou subcategorias. A segunda categoria final “**compreensão da natureza e dos fatores que influenciam sua prática**” foi constituída por 283 unidades de sentido e composta por quatro subcategorias, sendo elas: *Percepções sobre a pessoa cientista; Percepções sobre o Conhecimento Científico; Percepções sobre a Neutralidade na Ciência e Percepções acerca das relações entre Tecnologia e Sociedade*. A terceira categoria final “**o entendimento das relações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente**” foi constituída por 112 unidades de sentido e contendo duas subcategorias, sendo elas: *Impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento Científico e Tecnológico e Relações políticas e implicações socioeconômicas consequentes da Tecnologia e da Ciência*.

A Categoria Final 1 correspondendo ao eixo estruturante “compreensão básica de termos e conceitos científicos” foi composta pelas unidades de sentido que convergiam ao entendimento sobre o vocabulário científico, compreensão de termos, conceitos e aplicações práticas do conhecimento científico (Sasseron, 2008). Dessa forma, levando-se em conta também as habilidades argumentativas apresentadas nas unidades de sentido, pode-se afirmar que os estudantes apresentaram uma linguagem científica, relacionando conceitos com situações do dia a dia (Kelly, 2008; Driver; Newton; Osborne, 2000; Duschl; Osborne, 2002; Kuhn, 1993).

A Categoria Final 2, correspondendo ao eixo estruturante “compreensão da Natureza das Ciências e dos fatores que influenciam sua prática”, foi composta pelas unidades de sentido que convergiam à compreensão dos processos envolvendo a concepção de ciências e do conhecimento científico, evidenciando a importância de evidências empíricas. Também, as unidades de sentido pontuaram a concepção da ciência como uma construção humana.

Evidenciou-se que os estudantes apresentaram tanto visões desejáveis quanto não desejáveis da ciência. 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. As discussões envolvendo, por exemplo, a Guerra Fria, possibilitaram refletir sobre elementos que corroboram à compreensão dos estudantes de que a ciência é uma construção humana e está envolvida por diversas questões sociais, como 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 também possuem essas relações, contribuindo para uma imagem não deformada do trabalho científico, na qual os estudantes, em sua maioria, apresentam concepções de que o cientista é alheio a crenças e a fatores culturais diversos (Pérez, 2001). 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, 2008), a fim de que não apresentem uma visão puramente empirista sobre o trabalho científico.

Já as unidades de sentido envolvendo as relações entre as esferas de ciências, tecnologia e sociedade, e suas implicações a longo prazo, como as econômicas e sociais, foram analisadas na Categoria Final 3. Esta correspondente ao eixo estruturante “entendimento das relações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente”. Para analisar as unidades de sentido presentes nesta Categoria Final, fez-se um diálogo do respectivo eixo estruturante com o enfoque CTS. Constatou-se, dessa forma, a compreensão dos estudantes acerca das relações existentes entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, nas quais os estudantes apresentaram elementos fundamentais para esse eixo estruturante como: a) conscientização dos impactos que as ciências e suas tecnologias têm na sociedade e ambiente, b) reflexão como as descobertas científicas e as inovações tecnológicas influenciam as questões éticas, sociais e ambientais e c) consideração de implicações a longo prazo das decisões relacionadas à ciência e tecnologia, promovendo uma abordagem crítica e responsável em relação ao uso desse conhecimento (Sasseron, 2008). Contudo,

alguns estudantes apresentaram uma perspectiva reducionista da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, como por exemplo uma visão salvacionista da Ciência (Auler; Delizoicov, 2001).

O fato de as unidades de sentido dos participantes da pesquisa remeterem aos três eixos estruturantes da AC indica que o objetivo específico *Identificar, a partir dos relatos dos estudantes, elementos que evidenciem a promoção da AC ao longo dos encontros da unidade didática na componente curricular eletiva de Astronomia* foi alcançado.

Contudo, verificou-se que alguns estudantes apresentaram concepções avançadas acerca da natureza da ciência enquanto outros se aproximaram de visões mais simplistas do trabalho científico. Da mesma forma, as percepções dos estudantes acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade oscilaram entre reducionista e ampliada. Com isso, sugere-se que elementos acerca da natureza da ciência e das relações entre ciência, tecnologia e sociedade sejam abordados de forma intencional e explícita em sala de aula, contribuindo, desta forma, com que os estudantes desenvolvam concepções mais fidedignas delas.

Os indicadores de AC também se fizeram presentes nas argumentações dos estudantes. Indicadores como o **levantamento** e o **teste de hipóteses**, a **seriação** e a **organização de informações**, a construção de uma **explicação** e o uso de **justificativas** para fundamentar argumentos, além do **raciocínio lógico** na construção dos mesmos e da **previsão** de fenômenos e consequências (Sasseron, 2008) foram verificados em diferentes momentos da unidade didática. As argumentações contidas nas unidades de sentido analisadas passaram pelo crivo da validação da estrutura da argumentação de Toulmin (2006). Corroborando, a partir da análise feita nesta pesquisa, à afirmação de Sasseron (2011) sobre a: “relação bastante intensa e profícua entre o aparecimento e uso dos indicadores da AC e o padrão de argumentação de Toulmin (2006)” (Sasseron, 2011, p. 111). Com isso, entende-se que o objetivo específico “*caracterizar, a partir de indicadores da AC, episódios argumentativos presentes nos relatos dos estudantes ao longo dos encontros da unidade didática na componente curricular eletiva de Astronomia* foi contemplado.

Destacam-se que episódios argumentativos emergiram em todas as categorias finais. Isso indica que tão importante quanto o conteúdo abordado em

sala de aula está a escolha da estratégia didática a ser adotada. Propor atividades que tenham a finalidade de potencializar reflexões e discussões oportunizam episódios argumentativos tanto envolvendo conteúdos factuais, quanto elementos relacionados à natureza da ciência e as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A partir de todos os elementos apresentados, nos quais se demonstrou que as unidades de sentido apresentavam características congruentes com as categorias finais referentes aos eixos estruturantes, e também, sendo possível observar indicadores de AC nos argumentos dos estudantes (Sasseron, 2008), sendo estes encontrados em argumentações que passaram pela validação da estrutura de argumentação de Toulmin (2006), tem-se indícios suficientes para concluir que uma unidade didática sobre a Ida do Homem à Lua pode promover a AC dos estudantes do 1º ano do Itinerário Formativo de Astronomia. Ressalta-se que uma unidade didática com uma temática sócio-histórica, estruturada a partir de estratégias didáticas diversificadas e que oportunizem o protagonismo do estudante pode promover a AC dele, bem como reforça o potencial interdisciplinar da Astronomia. Com isso, entende-se que o objetivo geral da pesquisa: *Compreender de que modo uma unidade didática na componente curricular de Astronomia no Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias pode promover a Alfabetização Científica de estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola privada de Porto Alegre, Rio Grande do Sul* foi alcançado.

Pondera-se que este estudo foi limitado a uma turma de dezesseis estudantes de escola uma particular de Porto Alegre. Sugere-se, para estudos futuros, que os elementos acerca da Natureza das Ciências sejam explicitamente abordados. Também, que episódios históricos científicos, como a corrida espacial, sejam utilizados para contextualização do conteúdo e promoção da AC.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen S. High-School Graduates' Beliefs about Science-Technology-Society. III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge. **Science education**, v. 71, n. 4, p. 459-87, 1987.

AIKENHEAD, Glen; RYAN, Alan. The development of a new instrument: "Views on sciencetechnology-society" (VOSTS). **Science education**, v. 76, n. 5, p. 477-491, 1992.

ALLCHIN, Douglas. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

ALLCHINN, Douglas. (2012a). How Can History and Philosophy of Science Contribute to Understanding the Nature of Science for Scientific Literacy?: Mapping research needs. **Paper presented at the Conference on How Can the HPS Contribute to Contemporary U.S.**, Boston, Massachusetts.

ALLCHIN, Douglas; ANDERSEN, Hanne Møller; NIELSEN, Keld. Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 461-486, 2014.

ASTOLFI, Jean-Pierre. Quelle formation scientifique pour l'école primaire?. **Didaskalia**, v. 7, n. 1, p. 105-112, 1995.

AULER, Décio; D ELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 122-134, 2001.

AZEVEDO, Nathália Helena; SCARPA, Daniela Lopes. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 579-619, 2017.

BATISTA, Carlos Alexandre dos Santos; PEDUZZI, Luiz. 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**, v. 24, n. 2, p. 38-55, 2019.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BINGLE, Wade; GASKELL, James. Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. **Science Education**, v. 78, n. 2, p. 185-201, 1994.

BOCHECO, Otávio et al. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. 2011.

BRANCO, Alessandra Batista Godoi et al. Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, v. 3, p. 702-713, 2018.

BRANDI, Arlete Terezinha Esteves; GURGEL, Célia Margutti do Amaral. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, p. 113-125, 2002.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Lei nº 13.415/2017, de 16 de fevereiro de 2017**, Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm>. Acesso em: 27 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Governo Feral. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. **Porto Editora**, 1994.

BUNGE, Mario. Epistemología, **Editorial Ariel**. Barcelona, España, 1980.

BYBEE, Rodger. Achieving Scientific Literacy, **The Science Teacher**, v.62, n.7, 28-33, 1995.

CAJAS, Fernando. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 243-254, 2001.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; PAULO, Sao. Building up explanations in physics teaching. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 2, p. 225-237, 2004.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; TINOCO, S.C. O Ensino de Ciências como 'enculturação' In: CATANI, D.B. e VICENTINI, P.P. **Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores**. São Paulo, SP: Escrituras, 2006.

CAVALLI, Mariana Bolake; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. A participação da mulher na ciência: um estudo da visão de estudantes por meio do teste DAST. **ACTIO: Docência em ciências**, v. 3, n. 3, p. 86-107, 2018.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação**, Ijuí, Editora da Unijuí, 2001.

CHIZZOTTI, Antônio. Pesquisa em ciências humanas e sociais. São Paulo: **Cortez Editora**, 2018.

CONCEIÇÃO, Josefa Martins da; TEIXEIRA, Maria do Rocio Fontoura. Mulheres na ciência: um estudo da presença feminina no contexto internacional. **Tear: revista de educação, ciência e tecnologia**. Canoas, RS: IFRS. Vol. 7, n. 1 (2018), p. 1-18, 2018.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. Pesquisa de Métodos Mistos-: Série Métodos de Pesquisa. **Penso Editora**, 2007.

DÍAZ, José Antonio Acevedo. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS-Una breve revisión del tema. **ALAMBIQUE Didáctica de las Ciencias Experimentales**, v. 3, p. 75-84, 1995.

DÍAS, Cláudio André CM; SANTA RITA, Josué R. Inserção da Astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de educação em Astronomia**, n. 200: p. 55-65, 2008.

DÍAZ, José Antonio Acevedo; ALONSO, Vázquez; MAS, Maria Antonia M. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003.

DRIVER, Rosalind, NEWTON, Paul; OSBORNE, Jonathan. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, 84 (3), p. 287-312, 2000.

DUTRA, Gildete Elias; OLIVEIRA, Eniz Conceição; DEL PINO, José Cláudio. Alfabetização científica e tecnológica na formação do cidadão. **Revista Signos**, v. 38, n. 2, 2017.

FARIA, Cláudia et al. "Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, p. 1-22, 2014.

FARIA, Ana Constância Macedo et al. "A ciência que a gente vê no cinema": uma intervenção escolar sobre o papel da ciência no cotidiano. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 645-659, 2015.

FEITOSA, Flávia Caroline Bedin; KIOURANIS, Neide Maria Michellan. Levantamento das concepções acerca das relações CTS na formação inicial de professores de química: potencialidades de um instrumento problematizador. **Indagatio Didactica**, v. 12, n. 4, p. 193-206, 2020.

FLECK, Ludwik. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FORATO, Thaís Cyrino de Melo; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FOUREZ, Gérard. Alfabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Bruxelles: **DeBoeck-Wesmael**. 1994.

GAMA, Leandro Daros; BAGDONAS, Alexandre Henrique. Astronomia na sala de aula: por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Paulo, n. 9: p. 7-15, 2010.

GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES-PEÑA, Amparo. Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. **Revista Investigación en la Escuela**, 43, 27-37., 2001.

GIL-PÉREZ, Daniel et al. Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOLDENBERG, Mirian. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. **Editora Record**, 2011.

GOLDSCHMIDT, Andrea Inês; JÚNIOR, José Luiz Goldschmidt; LORETO, Élgion Lúcio. Concepções referentes à ciência e aos cientistas entre alunos de anos iniciais e alunos em formação docente. **Revista Contexto & Educação**, v. 29, n. 92, p. 132-164, 2014.

GOMES, Rodrigo da Vitória; LORENZETTI, Leonir; AIRES, Joanez Aparecida. Descolonizando a educação científica: reflexões e estratégias para a utilização da história da ciência e tecnologia e sociedade em uma abordagem decolonial. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 15, n. 2, p. 437-450, 2022.

GONÇALVES, Adriane da Costa; SILVA, Maria de Fátima Vilhena. Concepções e ideias de professores de Ciências e Biologia sobre a abordagem CTS no tratamento do tema biodiversidade. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, v. 5, n. 1, 2015.

GRINSPUN, Mírian Paura Sabrosa Zippin; RODRIGUES, Anna Maria Moog. **Educação tecnológica: desafios e perspectivas**. 1999.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro et al. As mulheres praticando ciência no Brasil. **Revista Estudos Feministas**, v. 24, p. 11-30, 2016.

HARRES, João Batista Siqueira. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

HAZEN, Robert M.; TREFIL, James. Saber ciência. **Cultura Editores Associados**, 1995.

HURD, Paul DeHart. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

HYGINO, Cassiana Barreto; SOUZA, Nilcimar dos Santos; LINHARES, Marília Paixão. Episódios da história da ciência em aulas de física com alunos jovens e adultos: uma proposta didática articulada ao método de estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, 2013.

IACHEL, Gustavo; LANGHI, Rodolfo; SCALVI, Rosa Maria Fernandes. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da

Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 5, p. 25-37, 2008.

IREZ, Serhat. Are we prepared?: An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. **Science Education**, v. 90, n. 6, p. 1113-1143, 2006.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRÍGUEZ, Anxela.; DUSCHL, Richard. "Doing the lesson" or "doing science": argument in high school genetics. **Science Education**, Hoboken, v. 84, p. 757-792, 2000.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María Pilar; DE BUSTAMANTE, Joaquín Díaz. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 359-359, 2003.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, Maria-Pilar. La catástrofe del prestigio: racionalidad crítica versus racionalidad instrumental. **Cultura y Educación**, Madrid, v. 16, não. 3, pág. 305-319, 2004.

JUNGES, Alexandre Luis; MASSONI, Neusa Teresinha. 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**, p. 455-491, 2018.

KELLY, Gregory. Inquiry, activity and epistemicpractice. In: DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. E. Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation. Rotterdam, Taipei, Sense Publishers, 2008.

KRASILCHIK, Myriam. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, 1992.

KRUPCZAK, Carla; LORENZETTI, Leonir; AIRES, Joanez Aparecida. Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. # Tear: **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2020.

KUBIAK, Fabila; MACHADO, Camila Juraszeck; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. Concepções CTS dos professores da educação básica. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, n. 17, p. 327-349, 2020.

KUHN, Deanna. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking, **Science Education**, v. 77, n. 3, p. 319-337, 1993

LANGHI, Rodolfo. Idéias de senso comum em Astronomia. **7º Encontro Nacional de Astronomia, ENAST**, 2014.

LANGHI, Rodolfo. Educação em astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7: p. 15-30, 2009.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3: p. 41-59, 2014.

LAUGKSCH, Rüdiger C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LEDERMAN, Norman G. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. **Scientific inquiry and nature of science**, p. 301-317, 2004.

LEITÃO, Selma. O lugar da argumentação na construção do conhecimento. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C. (Org.), **Argumentação na escola: O conhecimento em construção**. Campinas: Pontes Editores, 2011.

LEMKE, Jay. **Aprender a hablar ciencia**. Barcelona: Paidós, 1997.

LIDAR, Malena; LUNDQVIST, Eva; ÖSTMAN, Leif. Teaching and learning in the science classroom: The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. **Science education**, v. 90, n. 1, p. 148-163, 2006.

LINO, Tayane Rogeria; MAYORGA, Cláudia. As mulheres como sujeitos da ciência: uma análise da participação das mulheres na ciência moderna. **Saúde & Transformação Social/Health & Social Change**, v. 7, n. 3, p. 96-107, 2016.

LIMA, Luis Victor dos Santos; DANTAS, Josivânia Marisa; CABRAL, Carla Giovana. "Cientista, como é?": concepções de estudantes do ensino médio sobre gênero e natureza da ciência. *Enseñanza de las ciencias*, n. Extra, p. 5607-5611, 2017.

LIMA, Telma CS; MIOTO, Regina Célia Tamaso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálysis**, v. 10, n. esp: p. 37-45, 2007.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 45-61, 2001.

MACHADO, Jobber Vanderlei de Vargas.; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Advocat. Percepções de estudantes do Ensino Médio sobre a natureza da ciência e o papel do cientista. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 4, p. 665-678, 2017.

MAMEDE, Maíra; ZIMMERMANN, Erika. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1-4, 2005.

MARCELINO, Ariel Gonçalves. Conhecimentos dos alunos do ensino médio acerca da astronomia: uma aula sobre o sistema solar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 289-300, 2020.

MARTINS, R. de A. Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências. Subsídios para aplicação no Ensino**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2006a, p. 3-21.

MCCOMAS, William. The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In: **The nature of science in science education: Rationales and strategies**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1998. p. 53-70.

MCCOMAS, William; CLOUGH, Michael; ALMAZROA, Hiya. The role and character of the nature of science in science education. **The nature of science in science education: Rationales and strategies**, p. 3-39, 2002.

MELLADO, V. Preservice teacher's classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science & Education*, 6:331-354. 1997.

MELO, Marcos Gervânio de Azevedo; SILVA, Josie Agatha Parrilha. LUZ, CÂMERA, ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA! UMA CONVERSA ENTRE ARTE E CIÊNCIA NA VIAGEM À LUA DE GEORGES MÉLIÈS. **Revista Valore**, v. 4, p. 9-18, 2019.

MEMBIELA, Pedro. Sobre la deseable relación entre comprensión pública de la ciencia y alfabetización científica. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 22, 2007.

MILARÉ, Tathiane; RICHETTI, Graziela Picolli; PINHO ALVES, J. P. Alfabetização científica no ensino de Química: uma análise dos temas da seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 165-171, 2009

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. rev. Ijuí: Editora. Unijuí, 2016.

MORAES, Roque. Uma Tempestade De Luz: A Compreensão Possibilitada Pela Análise Textual Discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, A. H. A linguagem em uma aula de ciências. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.

MOTA, Aline Tiara; DE MORAIS BONOMINI, Iracema Ariel; ROSADO, Ricardo Meloni Martins. Inclusão de temas astronômicos numa abordagem inovadora do ensino informal de Física para estudantes do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 8: p. 7-17, 2009.

MOURA, Breno Arsioli. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência?. **Revista Brasileira de História da ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MUNDIM, Juliana Viégas; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, p. 89-111, 2007.

NARASIMHAN, Marehalli G. Controversy in science. **Journal of biosciences**, v. 26, n. 3, p. 299-304, 2001.

NORRIS, Stephen P.; PHILLIPS, Linda M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science education**, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do

enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, p. 71-84, 2007.

PINHEIRO, Bárbara Carine Soares. Educação em ciências na escola democrática e as relações étnico-raciais. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, p. 329-344, 2019.

POMBO, FMZ; LAMBACH, M. Compreensões da visão da ciência e do cientista entre os estudantes do ensino de ciências e química da EJA. In: **Congresso Nacional de Educação**. 2015.

PONTE, J.P. Estudos de caso em educação matemática. **Bolema**, v.25, p.105-132, 2006.

PORLÁN, Rafael. **Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores**. Sevilha: Universidade de Sevilha. Tese de Doutorado não publicada. 1989.

PRASNISKI, Maria Elena Tobolski et al. Educação ambiental crítica e conservadora nas atas do ENPEC. **1º Encontro de Ciências em Educação para a Sustentabilidade**. De, v. 2, 2013.

REIS, Pedro; GALVÃO, Cecília. O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, p. 213p.-234p., 2006.

RIBAS, Haroldo Luis; AIRES, Joanez Aparecida. História e Filosofia da Ciência no ensino de química: o que os alunos pensam sobre a colaboração entre os cientistas. **XVI ENEQ/X EDUQUI**, 2012.

RIBEIRO, Job Antonio Garcia et al. Os conceitos de ambiente, meio ambiente e natureza no contexto da temática ambiental: definindo significados. **GÓNDOLA, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 61-76, 2013.

RUBBA, Peter A.; WIESENMYER, Randall L. Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education. **The Journal of Environmental Education**, v. 19, n. 4, p. 38-44, 1988

SAITO, Marcia Tiemi. A noção de verdade e a circulação do conhecimento científico em Fleck: elementos para uma reflexão sobre a era da pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1217-1249, 2020.

SANMARTÍ, N. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Madrid: Síntesis Educación, 2002

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Antônio José de Jesus; VOELZKE, Marcos Rincon; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. O projeto Eratóstenes a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da Astronomia no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3: p. 1137-1174, 2012.

SANTOS, Monique; MAIA, Poliana; JUSTI, Rosária. 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**, p. 581-616, 2020.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. **São Paulo**, v. 265, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de ciências para a alfabetização científica: analisando o processo por meio das argumentações e sala de aula. **Emoções, ethos e argumentação: anais.**, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, p. 97-114, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física. São Paulo: **Livraria da Física**, 2017.

SILVA, Robson Willians da Costa; PAULA, Beatriz Lima. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terræ Didática**, v. 5, n. 1, p. 42-49, 2009.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVA, Tarcízio. Os filmes infantis e a aprendizagem de ciências na sala de aula. **Santos, LHS Biologia dentro e fora da escola: meio ambiente, estudos culturais e outras questões. Porto Alegre: Meditação**, p. 55-70, 2000.

SOARES, Magda. **Letramento: um tema em três gêneros**, Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

STAKE, Robert Edward. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Penso Editora, 2016.

STUMPF, Augusto; DE OLIVEIRA, Luciano Denardin. Júri Simulado: o uso da argumentação na discussão de questões sociocientíficas envolvendo radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências** (UFRGS), 2016.

SUTTON, Clive. Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. **Alambique: Didactica de las Ciencias Experimentales**, Barcelona, v. único, n. 12, p. 8-32, 1997.

THUILLIER, Pierre. O contexto cultural da ciência. **Ciência Hoje**, v. 9, n. 50, p. 18-23, 1989.

TOULMIN, Stephen Edelston. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

TEIXEIRA, Francimar Martins. Fundamentos teóricos que envolvem a concepção de conceitos científicos na construção do conhecimento das ciências naturais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 8, p. 146-156, 2006.

VARGAS, Milton. **Para uma filosofia da tecnologia**. 1994.

VIZZOTTO, Patrick Alves. Quais são os instrumentos de avaliação da alfabetização científica mais utilizados nas pesquisas do Brasil? What are the most used instruments for the evaluation of Scientific Literacy in Research in Brazil?. **Revista Cocar**, v. 15, n. 33, 2021.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

ZANON, Aparecida Volante; MACHADO, Adriana Dulcimeire Teixeira. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. **Ciências & Cognição**, v. 18, n. 1, p. 46-56, 2013.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 1 – Térreo
Porto Alegre – RS – Brasil
Fone: (51) 3320-3513
E-mail: propesq@pucrs.br
Site: www.pucrs.br